

苑竟达, 高瞳曦, 刘楠, 高翅. 面向区域自然保护地整合优化的风景特质评价: 以青海省湟水谷地为例 [J]. 风景园林, 2022, 29 (1) : 88-94.

# 面向区域自然保护地整合优化的风景特质评价——以青海省湟水谷地为例

## Landscape Character Assessment for the Integration and Optimization of Regional Protected Areas: A Case Study of the Huangshui Valley in Qinghai Province

苑竟达 高瞳曦 刘楠 高翅\*

YUAN Jingda, GAO Tongxi, LIU Nan, GAO Chi\*

开放科学 (资源服务)  
标识码 (OSID)



中图分类号: TU986

文献标识码: A

文章编号: 1673-1530(2022)01-0088-07

DOI: 10.14085/j.fjyl.2022.01.0088.07

收稿日期: 2021-01-29

修回日期: 2021-11-15

苑竟达 / 男 / 华中农业大学园林学院在读博士研究生 / 研究方向为可持续风景园林规划设计  
YUAN Jingda is a Ph.D. candidate in the College of Horticulture and Forestry Sciences, Huazhong Agricultural University. His research focuses on sustainable landscape architecture planning and design.

高瞳曦 / 女 / 华中农业大学园林学院在读博士研究生 / 研究方向为可持续风景园林规划设计  
GAO Tongxi is a Ph.D. candidate in the College of Horticulture and Forestry Sciences, Huazhong Agricultural University. Her research focuses on sustainable landscape architecture planning and design.

刘楠 / 男 / 硕士 / 国家林业和草原局西北调查规划设计院高级工程师 / 研究方向为国家公园与自然保护地  
LIU Nan, Master, is a senior engineer of Northwest Surveying, Planning and Designing Institute of National Forestry and Grassland Administration. His research focuses on national parks and protected areas.

高翅 / 男 / 硕士 / 华中农业大学风景园林系教授 / 本刊编委 / 研究方向为可持续风景园林规划设计与理论  
通信作者邮箱 (Corresponding author Email) : gaochi@mail.hzau.edu.cn  
GAO Chi, Master, is a professor in Landscape Architecture Department of Huazhong Agricultural University, and an editorial board member of this journal. His research focuses on the sustainable landscape planning, design and theory.

**摘要:** 全球城镇化背景下, 区域生态环境逐渐破碎化。目前的自然保护地系统因行政边界限制等原因, 难以确保区域生态系统的全面保护。面向区域自然保护地整合优化目标, 构建包括风景特质识别和生态完整性评估 2 个阶段的风景特质评价方法, 为实现区域生态系统的完整性保护提供基础依据。以青海省湟水谷地为例进行风景特质评价实践, 获得风景特质类型、区域及保护优先级等本底信息, 以风景特质区域为基础空间单元指导湟水谷地自然保护地的整合优化, 并重点阐释达坂山系自然保护地系统的整合优化过程。

**关键词:** 风景园林; 风景特质评价; 生态完整性; 自然保护地; 整合优化; 湟水谷地

**基金项目:** 中央高校自主创新基金 (编号 2662011PY147)

**Abstract:** Regional ecology and landscape are becoming increasingly fragmented in the context of global urbanization. The existing protected area system is difficult to ensure the comprehensive protection of the regional ecosystems due to administrative boundary restrictions. Aiming at the goal of integrating and optimizing regional protected areas, this research constructs a landscape character assessment method, which comprises the two stages of landscape character identification and ecological integrity assessment, to provide a basis for achieving the integrity protection of regional ecosystems. Taking the Huangshui Valley in Qinghai Province as an example, it carries out the landscape character assessment to obtain the background information on landscape character types, areas, and conservation priorities. The landscape character area is used as the basic spatial unit to guide the integration and optimization of protected areas in the Huangshui Valley. In particular, the integration and optimization process of the protected area system of the Daban Mountain system was highlighted.

**Keywords:** landscape architecture; landscape character assessment; ecological integrity; protected areas; integration and optimization; Huangshui Valley

**Fund Item:** Central University Independent Innovation Fund Project (No. 2662011PY147)

随着人口增加和城镇化进程加速, 地球生物多样性迅速下降<sup>[1]</sup>, 自然保护地对于阻止物种的灭绝至关重要<sup>[2]</sup>。中国被认为是拥有最多高优先级和高效益保护区域的国家之一<sup>[3]</sup>。中国在过去几十年建立了针对不同自然资源类型和生态系统的保护地, 但是由于长期以来实施分部门、分要素管理的自然保护体制<sup>[4]</sup>, 大多

自然保护地由部门主导、地方自下而上申报而建立<sup>[5]</sup>, 从而导致自然保护地范围受限于行政边界、保护优先级模糊<sup>[5]</sup>, 并出现类型交叉、空间重叠<sup>[6]</sup>等问题。因此, 亟须在区域尺度、从全局着眼解决上述问题, 实现生态系统的完整性保护<sup>[7]</sup>。

2019 年中共中央办公厅、国务院办公厅颁

布实施《关于建立以国家公园为主体的自然保护地体系的指导意见》(简称《指导意见》),明确提出整合归并交叉和相邻的自然保护地,整合优化工作是保护中国生态环境、实现生态环境治理体系和治理能力现代化的基础性工作<sup>[9]</sup>。但是,目前面向自然保护地整合优化的研究较少,且现有研究主要围绕整合优化的规则和路径<sup>[5,8]</sup>,而区域尺度下自然保护地整合优化的方法尚在探索中。因此,在区域尺度下构建包含风景特质识别和生态完整性评估的风景特质评价方法,由此获得的风景特质类型、区域和保护优先级评价信息可作为自然保护地整合优化的基础空间信息。

## 1 面向区域自然保护地整合优化的风景特质评价方法

### 1.1 自然保护地整合优化工作的困境

中国的自然保护地整合优化过程中主要面临保护的主体和范围两方面问题:1)中国自然保护地的保护视角和对象种类多样<sup>[9]</sup>,一个区域中往往包含多类保护对象,使自然保护地的整合和分类产生困难;2)自然保护地范围受制于行政边界<sup>[8]</sup>,并且范围内存在大量乡镇和耕地<sup>[8]</sup>,需要根据生态学原理将保护优先级高的区域纳入自然保护地范围,并将保护优先级低、生产干扰活动多的区域调出。因此,自然保护地整合优化需要参考包含自然资源和风景名胜等多类保护对象的信息,并对保护优先级进行科学评估。

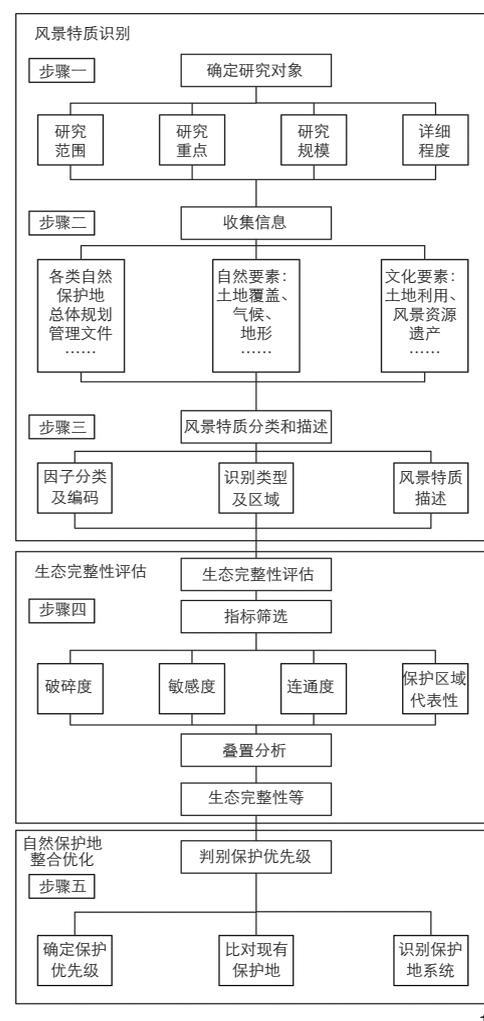
### 1.2 将风景特质评价作为区域自然保护地整合优化的方法

《欧洲风景公约》(The European Landscape Convention)<sup>[10]</sup>对风景的定义为:“风景是由人所感知的地区,其特质是自然和人类行为共同作用的结果。”风景特质是指在自然和文化要素影响下产生的使一个风景区域与另一个风景区域不同的风景要素组合<sup>[11]</sup>。在区域自然保护地整合优化过程中,以风景特质作为研究对象旨在站在整体性视角梳理各类保护对象,并跨越行政边界进行自然保护地范围的划定。目前,英国<sup>[12]</sup>、比利时<sup>[13]</sup>与中国<sup>[14]</sup>等国家已站在整体性视角对风景特质开展了一系列的研究与实践<sup>[15]</sup>。风景特质评价方法

主要包含2个阶段:1)对使区域与众不同的风景要素组合进行客观识别;2)根据特定的规划目标进行评估。在全球环境恶化的背景下,风景特质评价作为可持续风景管理和规划的新工具<sup>[15]</sup>能够为决策者提供整体的区域信息<sup>[16]</sup>。目前,该方法已被用于区域<sup>[12]</sup>、国土<sup>[14]</sup>、地方<sup>[17]</sup>等多个尺度以及不同类别的自然保护地<sup>[18-19]</sup>中,为风景管护提供参考框架。但是,现有研究主要针对单一自然保护地区域,以风景视觉敏感性<sup>[20]</sup>、风景承载力<sup>[21]</sup>为评估手段,进行森林视觉质量、住区发展规划的管控;对于区域尺度下多种自然保护地的整合研究较少,缺乏相应的评估手段。

根据《指导意见》中对自然保护地整合优化工作“保持生态系统完整性”的基本原则,本研究选择生态完整性作为面向区域自然保护地整合优化的风景特质评价的评估工具。生态完整性是指在特定区域中支持和维护生态系统的平衡和完整的能力<sup>[22]</sup>,是环境保护中的关键概念<sup>[23]</sup>和自然保护地评估的重要环节<sup>[24]</sup>。目前,自然保护已经从传统生物群落保护的要素式思维<sup>[4]</sup>,转向重视生态完整性保护<sup>[25]</sup>的整体性思维。生态完整性评估是指对特定生态系统类型的组成、结构、过程和连通性的当前状态进行简洁评估<sup>[26]</sup>,从而获取生态系统服务能力和维持稳定性的程度等信息<sup>[27]</sup>,从而确定区域保护的优先级<sup>[28]</sup>。生态完整性评估通常采用多种生态指标概述性地描述生态系统<sup>[29]</sup>,指标的选取需要全面考虑生态系统的组成、结构和功能,在区域尺度下可以从破碎度、敏感度、连通度和保护区域代表性4个维度中<sup>[30]</sup>选取具体指标。近年来,生态完整性评估已应用于加拿大<sup>[31]</sup>、美国<sup>[32]</sup>等多个国家的保护地规划和管理中,具有快捷和低成本等优势<sup>[33]</sup>。

综上,风景特质评价方法在区域自然保护地整合优化过程中能够发挥以下作用:1)通过风景特质识别获得风景特质类型和区域,有助于厘清多个自然保护地交叠而导致的保护对象模糊的问题,有助于跨行政边界划定自然保护地范围;2)生态完整性等级信息有助于确定应该被纳入自然保护地范围的风景特质区域,从而实现“应保尽保”。



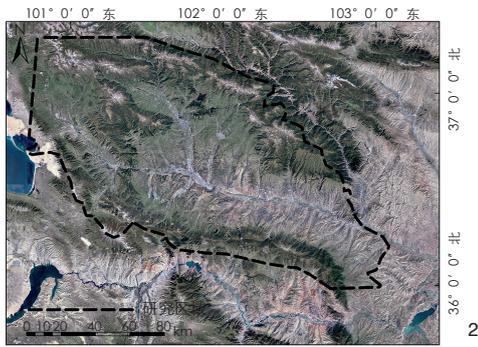
1 面向区域自然保护地整合优化的风景特质评价实施方法  
Implementation method of landscape character assessment for the integration and optimization of regional protected areas

## 2 面向区域自然保护地整合优化的风景特质评价步骤

针对中国自然保护地整合优化工作存在的问题,基于现有风景特质评价框架,构建面向区域自然保护地整合优化的风景特质评价实施方法。该方法主要包含风景特质识别和生态完整性评估2个阶段(图1)。

**步骤一: 确定研究对象。**主要包含确定研究范围、研究重点、研究规模和详细程度4个方面。根据研究的目标确定研究范围和重点,一般研究范围设置可略大于目标需求。研究规模是指要素选择的广泛程度,详细程度是指各要素数据分辨率水平<sup>[34]</sup>。

**步骤二: 收集信息。**主要包含区域内自然、文化相关数据和自然保护地规划资料。



2 湟水谷地研究范围  
Study area of Huangshui Valley

其中, 区域尺度自然数据涉及地质、地貌、土地覆盖、水文等, 文化数据涉及土地利用、聚居点、风景资源等。将收集的信息输入 ArcGIS 平台中进行空间制图, 便于后期进行自然保地类型识别和区域划分。

步骤三: 风景特质分类和描述。包括风景特质因子的分类与编码、风景特质类型及区域识别、风景特质描述。对包含的土壤、植被、自然遗迹和自然景观等风景特质因子进行分类和编码。常用的聚类方法包括 K-means 聚类<sup>[18]</sup>、亲和聚类<sup>[19]</sup>等, 利用统计学聚类分析方法将多要素影响下的区域风景指定为多个风景特质类型, 并按类别进行字母和数字编码。将获取的风景特质类型在 ArcGIS 平台进行可视化处理, 采用 eCognition 图像分割软件识别风景特质区域, 并依据遥感数据和实地探查等方式进行修正。基于修正后的风景特质图谱对主要风景特质类型及区域进行风景特质描述。

步骤四: 生态完整性评估。主要包含指标筛选和叠置分析 2 个部分。为了在区域尺度下快捷地进行评估工作, 可以选择便于获取的遥感数据及其他数字化数据<sup>[20]</sup>。叠置分析过程需根据研究区域特性选择适合的因子权重, 以获得最终的生态完整性等级。

步骤五: 自然保护地整合优化阶段。结合步骤三和步骤四的结果, 将自然遗迹等保护对象的级别和生态系统完整性等级作为确定保护优先级的指标, 以风景特质区域作为基本空间单元, 获得区域保护优先级。将区域保护优先级作为底图, 比对现有的自然保护地分布, 遵从保护面积不减少、保护强度

表 1 风景特质因子分类与编码

Tab. 1 Classification and coding of landscape character factors

因子 编号	子因子	因子 编号	子因子
1	新近系	1	<2 000 (中海拔)
2	古近系	2	2 000~<2 500 (中高海拔)
3	白垩系	3	2 500~<3 000 (中高海拔)
4	岩浆岩	4	3 000~<3 500 (中高海拔)
5	第四代	5	3 500~4 000 (中高海拔)
6	新太系	6	>4 000 (高海拔)
7	滹沱系	1	<30 (平原)
8	青海系	2	30~<70 (盆地)
9	长城系	3	70~<200 (丘陵)
10	三叠系	4	200~<500 (小起伏山)
11	蓟县系	5	500~1 000 (中起伏山)
12	志留系	6	>1 000 (大起伏山)
13	奥陶系	1	栗钙土
14	二叠系	2	黑钙土
15	寒武系	3	山地土
1	水淹后或灌溉农田 (或水生)	4	灰钙土
2	旱作农田	5	灰褐土
3	混合地 (50%~70%) / 植被 (草地 / 灌木林 / 森林, 20%~50%)	6	高山土
4	混合植被 (草地 / 灌木林 / 森林, 50%~70%) / 农田 (20%~50%)	7	石灰土
5	封闭至开放 (> 15%) 常绿阔叶林或半落叶林 (> 5%)	8	棕钙土
6	封闭 (> 40%) 针刺常绿阔叶林 (> 5%)	9	风沙土
7	封闭至开放 (> 15%) 阔叶针叶混交林 (> 5%)	10	其他类
8	混合林或灌木林 (50%~70%) / 草地 (20%~50%)	11	暗棕土
9	镶嵌草地 (50%~70%) / 森林或灌木林 (20%~50%)	12	灰黑土
10	封闭至开放 (> 15%) 阔叶或针叶, 常绿或落叶 / 灌丛 (< 5%)	13	沼泽土
11	封闭至开放 (> 15%) 草本植被 (草地、稀疏草原或地衣 / 苔藓)	14	草甸土
12	封闭至开放 (> 15%) 稀疏的植被 (< 15%)	1	草甸
13	封闭到开放 (> 15%) 草地或木本植被定期淹没或淤渍土壤	2	草原和稀疏草
14	人造地面及相关地区 (市区 > 50%)	3	灌丛和灌木
15	裸露的地区	4	荒漠
16	水体	5	无植被地
17	永久冰雪	6	针叶林
		7	阔叶林
		8	人工植被

不降低、保护性质不改变的总体原则, 对自然保护地进行整合优化工作。

### 3 青海省湟水谷地风景特质评价实践

#### 3.1 研究区域概况

湟水谷地位于青海省东部地区, 北临达坂山, 南接拉脊山, 西靠日月山和青海湖, 是青藏高原、西北干旱区与黄土高原三大地域单元的接合区, 面积约为 1.8 万 km<sup>2</sup> (图 2)。湟水谷地包含海晏县、湟源县、湟中县、大通县、西宁市、互助县、平安县、民和县。湟水谷地的生态系统具有多样性, 浓缩了荒漠草原、干草原、草甸草原、森林、高山草甸和冰川等各种地质类型。

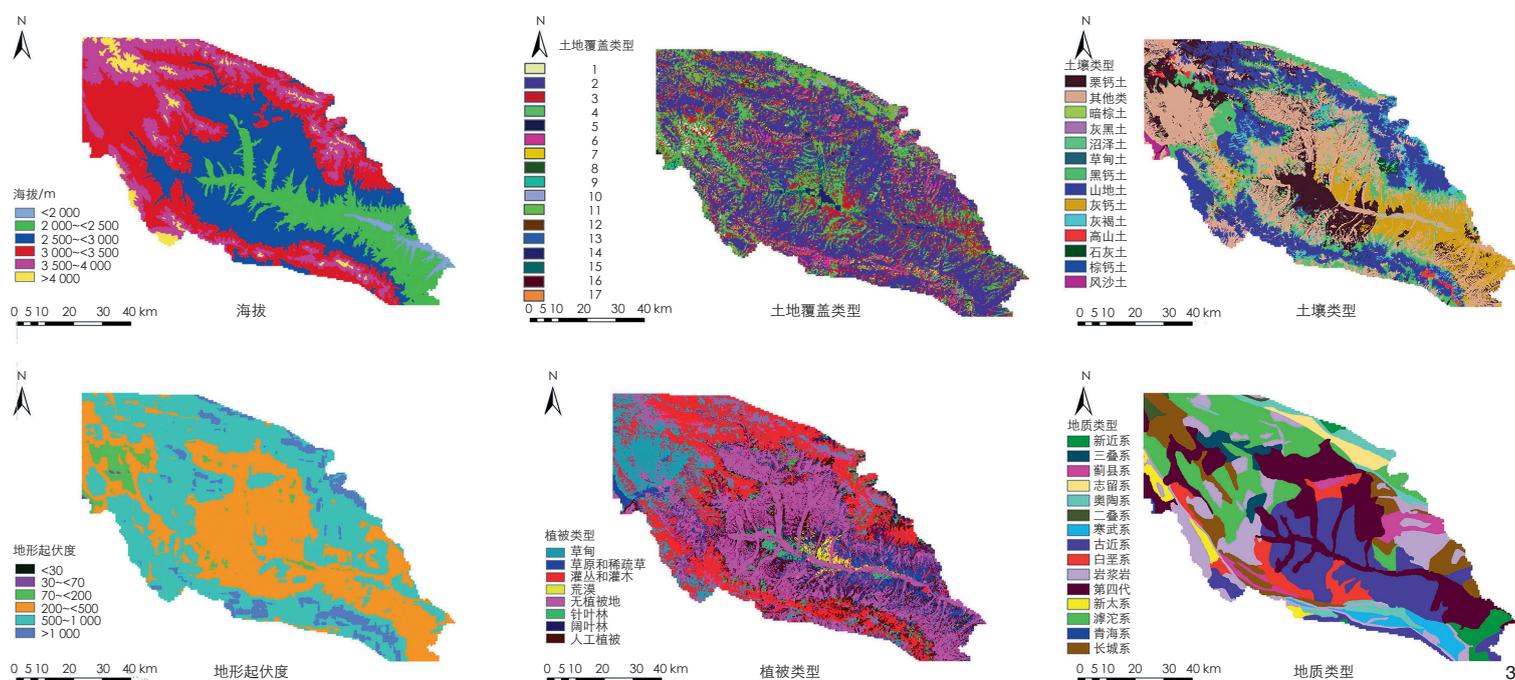
湟水谷地自然保护地类型丰富且数量众多, 含 8 类共 30 处, 其中有 20 处出现严重的空间重叠、类型交叉现象, 例如互助县南

门峡地区相互重叠有湿地公园、水利风景区、森林公园等多类自然保护地。为了湟水谷地生物多样性的可持续保护, 亟须对区域内自然保护地进行整合优化工作。

#### 3.2 湟水谷地风景特质识别

湟水谷地风景特征识别以“构建因子数据库—识别风景特质类型—划定风景特质区”为逻辑。在特质因子数据库的构建中, 自然因子选取海拔、地形起伏度、土壤类型、地质类型、植被类型和土地覆盖类型, 文化因子选择风景和地质资源。风景特质识别的主要工具和方法包括地理信息系统、多元统计分析法、主观描述法等, 实践的数据来源包括: Landsat-8 卫星影像数据、高程数据、世界土壤数据库 (HWSD) 土壤及土地利用数据等。

对各类因子进行分类、编码并可视化 (表 1), 进而直观反映湟水谷地特质单因子



3 风景特质识别单因子可视化结果

The results of single factor visualization for landscape character identification

的分布情况(图3)。其中, 湟水谷地地质遗迹和风景资源点作为风景特质的描述因子。在 ArcGIS 平台, 将湟水谷地全境划分为 18 613 个 1 km × 1 km 格网单元, 每个格网单元被视作一个集成全部变量的风景样本。利用 SPASS 统计分析软件, 对各类因子数据进行 K-means 聚类分析, 共定义 26 个风景特质类型。

eCognition 软件可用于基于对象的多尺度图像分割, 实现风景特质区域的划定<sup>[35]</sup>。利用 eCognition 软件平台中多层次分辨率分割工具, 依据风景特质区域破碎程度, 通过控制变量的组合实验, 将尺度、形状和紧凑度参数调整为 500、0.1、0.8, 可呈现风景破碎程度较低和风景特质区域均质化状态。在比对卫星影像的基础上, 通过目视解译法将分割后的图像结果进行合并, 最终确定 21 种风景特质区域(图4), 并对合并区域的主导风景特质进行识别及描述(表2)。

### 3.3 湟水谷地生态完整性评估

生态完整性评估主要分为指标筛选和叠置分析 2 个步骤。在破碎度、敏感度、连通度和保护区代表性 4 个评估维度中, 根据

湟水谷地的数据可获取情况分别选择外界胁迫、景观格局脆弱度、景观格局连通度和生态系统服务价值作为评估指标(表3)。

破碎度是指衡量由于城市化和工业化蔓延对生态系统的影响程度, 选择外界胁迫作为表征破碎度的指标。土地利用是人与自然界相互作用的核心环节, 不同土地利用方式对生态系统的影响可直观地表现在区域生态系统的变化上, 并且具有区域性和累积性特征<sup>[36]</sup>。基于湟水谷地不同土地利用类型对生态系统的差异化影响, 将不同土地利用类型确定为由低至高的三级胁迫源, 距离胁迫源越远, 生态系统受到的影响越小。水浇地、旱地、果园等农业用地属于一级胁迫源, 公路用地、铁路用地等交通基础设施用地属于二级胁迫源, 城市、乡镇、村庄和采矿用地属于三级胁迫源。基础数据采用第二次全国土地调查土地利用数据, 并通过 2016 年 VIIRS-NPP 数据对城镇和乡村的范围进行修正。区域尺度下的生态系统往往暴露于多重胁迫之下, 它们所受的影响是多重风险源相互叠加的结果<sup>[37]</sup>, 通过欧式距离模型确定不同胁迫源的影响范围, 并进行加权叠置获得湟水谷地外界胁迫分值(图5)。

敏感度是指生态系统面临各类灾害和胁迫时表现出的变化程度, 景观格局能够在一定程度上表征敏感度<sup>[38]</sup>, 故选择景观格局脆弱度作为敏感度的指标。景观格局脆弱度由景观敏感性指数与景观适应性指数计算得出<sup>[38]</sup>, 其中具体涉及景观干扰指数、景观易损指数、斑块丰度密度指数、香农多样性指数和香农均匀性指数。基于土地覆盖数据, 运用 FRAGSTATS 和 ArcGIS 软件对上述指数进行计算, 获得湟水谷地景观格局脆弱度(图4)。

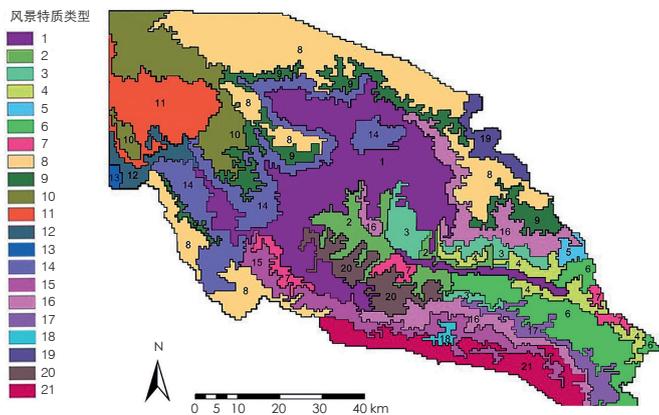
连通度是指景观促进或阻止生物在资源斑块之间移动的程度, 良好的连通度是维持生态系统稳定性的关键, 选择景观格局连通度作为连通度的指标。基于土地利用数据, 在 ArcGIS 和 Conefor Sensinode 软件中依次计算整体连通度指数和斑块景观连通重要性指数, 获得湟水谷地景观格局连通度(图5)。

保护区代表性指区域生态效益, 即在保护与发展的博弈中需要尽可能保护更多的高生态效益区域。生态系统服务是指人类直接或间接地从生态系统功能中获取的收益<sup>[39]</sup>, 因此生态系统服务价值能够在一定程度上表示保护区的代表性。湟水谷地生态系统多

表 2 风景特质类型及描述  
Tab. 2 Types and descriptions of landscape character

编号	特质描述	风景资源点	地质遗迹资源点
1	中高海拔 / 小起伏 / 旱作农田 / 无植被地	省级山岳景型老爷山、省级泉景型上新庄泉水、省级山岳景型莲花山	
2	中高海拔 / 小起伏 / 古近系 / 栗钙土 / 无植被地		西宁市南山丹霞地貌
3	中高海拔 / 小起伏 / 灰钙土 / 旱作农田		碾伯镇丹霞地貌
4	中高海拔 / 中起伏 / 灰钙土 / 草原和稀疏草		民和县莲花台湟源群变形构造
5	中高海拔 / 小起伏 / 寒武系 / 栗钙土 / 灰钙土 / 旱作农田 / 人工植被		
6	中高海拔 / 小起伏 / 栗钙土 / 灰钙土 / 旱作农田 / 无植被地		
7	中高海拔 / 中起伏 / 黑钙土 / 旱作农田 / 灌溉农田 / 混合无植被地		民和县享堂西民和组剖面
8	中高海拔 / 中起伏 / 山地土 / 旱作农田 / 灌溉农田 / 混合灌丛和灌木林地	地方级湖泊、水景型察汗河	门源县二塘沟枕状玄武岩、互助县北山古冰川遗迹
9	中高海拔 / 中起伏 / 山地土 / 旱作农田 / 灌丛和灌木林地	地方级湖泊、水景型黑泉水库、地方级风景林景型上北山森林公园	
10	中高海拔 / 中起伏 / 栗钙土 / 其他类 / 草甸灌丛和灌木林地		
11	中高海拔 / 小起伏 / 其他类 / 草甸地	国家级风景草原景型金银滩	
12	中高海拔 / 小起伏 / 第四代 / 其他类 / 混合植被 (草地 / 灌木林 / 森林, 50%~70%) / 农田 (20%~50%)	省级湖泊、水景型东大滩水库	
13	高海拔 / 中起伏 / 其他类 / 新太系 / 混合植被 (草地 / 灌木林 / 森林, 50%~70%) / 农田 (20%~50%), 混合地 (50%~70%) / 植被地 (草地 / 灌木林 / 森林, 20%~50%)		
14	中高海拔 / 中起伏 / 黑钙土 / 其他类 / 旱作农田 / 灌溉农田 / 无植被 / 灌丛和灌木林地	地方级峡谷景型湟源峡、国家级山岳景型日月山、地方级山岳景型五峰山、地方级湖泊、水景型南门口峡	湟源县大黑沟古冰川遗迹
15	中高海拔 / 中起伏 / 大起伏 / 山地土 / 旱作农田 / 灌丛和灌木林地		乐都县斜沟花抱山组剖面
16	中高海拔 / 中起伏 / 黑钙土 / 其他类 / 灌溉农田 / 旱作农田 / 无植被地	地方级风景林景型峡群寺森林公园	西宁大墩岭黄土剖面、湟中县阿夷山组剖面
17	中高海拔 / 小起伏 / 栗钙土 / 其他类 / 旱作农田 / 无植被地		民和县古鄯镇古脊椎动物群
18	中高海拔 / 中起伏 / 山地土 / 灌溉农田 / 灌丛和灌木林地		
19	中高海拔 / 大起伏 / 山地土 / 黑钙土 / 灌丛和灌木林地		互助县北山峡谷地貌、互助县北山药泉水瀑布
20	中高海拔 / 小起伏 / 寒武系 / 栗钙土 / 人工植被地	地方级泉景型冰岭山药泉水	湟中县谢家组剖面
21	中高海拔 / 中起伏 / 大起伏 / 黑钙土 / 旱作农田 / 灌丛和灌木林地	省级泉景型七里寺药泉水	民和县七里寺药泉水、化隆县茶铺组、药泉水组剖面

注：空格表示无相关风景资源。



4

4 整合后的风景特质类型  
Types of integrated landscape character

表 3 湟水谷地生态完整性评估指标及计算工具

Tab. 3 Ecological integrity assessment indicators and calculation tools of Huangshui Valley

维度	指标	工具
破碎度	外界胁迫程度	欧式距离模型
敏感度	景观格局脆弱度	FRAGSTATS 软件
连通度	景观格局连通度	Conefor Sensinode 软件
保护区代表性	生态系统服务价值	通用土壤流失方程 (Universal Soil Loss Equation, USLE)、InVEST 模型、归一化植被指数 (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI)

多样性较高, 依据专家对湟水谷地主导生态系统的判断, 选取保育土壤、水源涵养、生成有机物质、固碳、释氧和生物多样性作为具体评估指标。其中, 保育土壤通过 USLE 水土流失方程计算, 生成有机质、固碳和释氧通过净初级生产力遥感估算模型计算, 水

源涵养通过 InVEST 水量提供模型计算, 生物多样性通过生境质量计算, 进行生态系统服务物质质量测算。基于生态系统服务物质质量, 生物多样性通过价值当量法, 其他服务通过市场价值法获得相应的生态系统服务货币价值量。将各类服务的货币价值进行叠加, 获

得湟水谷地生态系统服务价值 (图 5)。基础数据来源包括: Landsat-8 卫星影像、DEM 数据、HWSD 土壤数据和湟水谷地及周围气象站数据。

邀请生态学背景专家和从事湟水谷地自然保护区事业的专业人士对生态完整性评估的

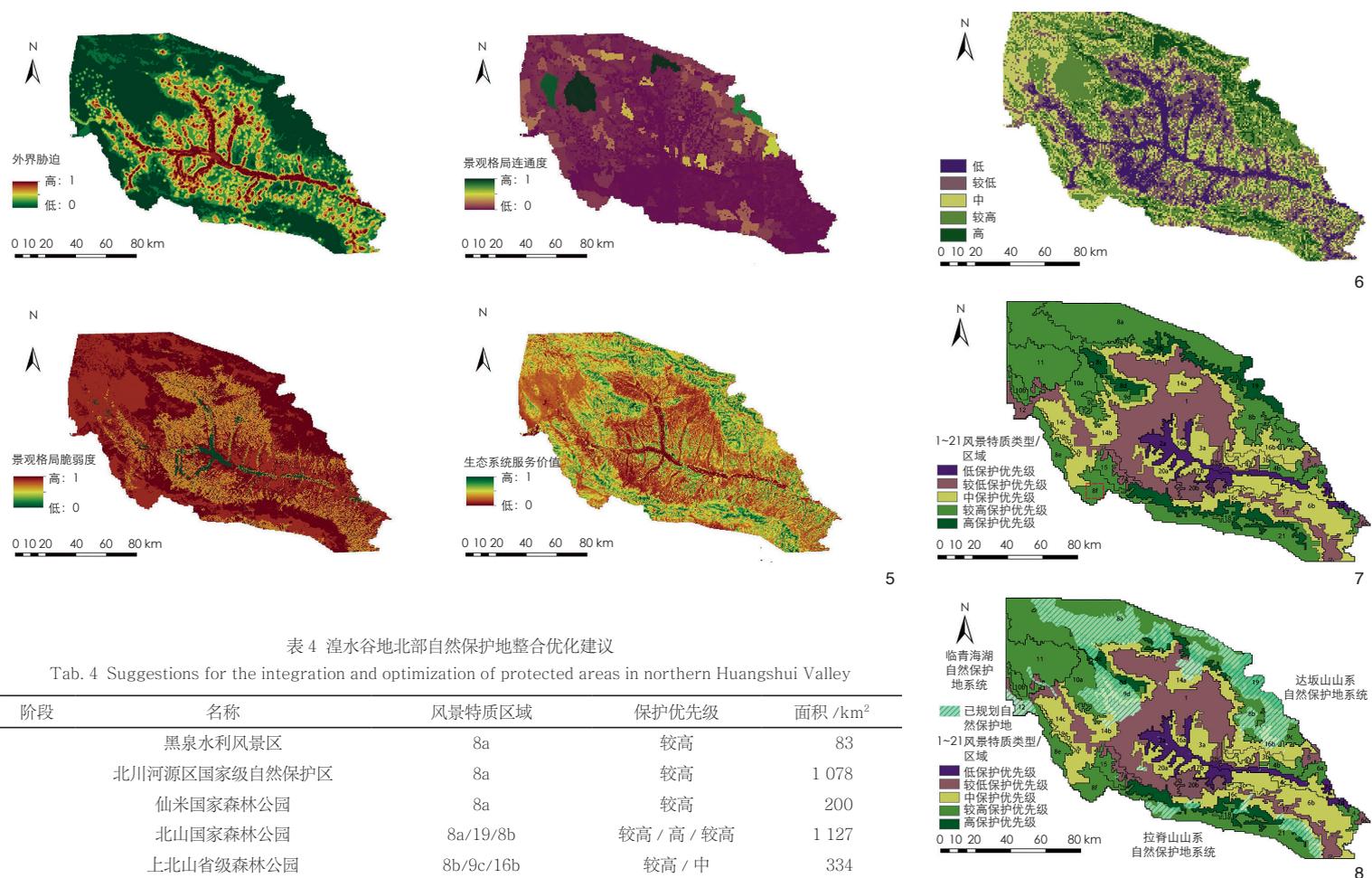


表 4 湟水谷地北部自然保护地整合优化建议

Tab. 4 Suggestions for the integration and optimization of protected areas in northern Huangshui Valley

阶段	名称	风景特质区域	保护优先级	面积 /km <sup>2</sup>
优化前	黑泉水利风景区	8a	较高	83
	北川河源区国家级自然保护区	8a	较高	1 078
	仙米国家森林公园	8a	较高	200
	北山国家森林公园	8a/19/8b	较高 / 高 / 较高	1 127
	上北山省级森林公园	8b/9c/16b	较高 / 中	334
	松多省级森林公园	8b/16b	较高 / 中	105
	佑宁寺省级风景名胜	8b/16b	较高 / 中	13
	南门峡省级森林公园	8a/19/1/14a	较高 / 高 / 较低 / 中	220
	南门峡国家湿地公园	19/1/14a	较高 / 较低 / 中	12
	大通国家森林公园	1	较低	47
老谷山宝库峡鹫子沟省级风景名胜	1	较低	159	
优化后	达坂山山系自然保护地系统	8a/9a/9b/19/8b/9c	较高 / 较高 / 高 / 高 / 较高 / 较高	3 275

4个维度的权重进行判断,最终定义破碎度、敏感度、连通性和保护区域代表性的权重依次为0.2、0.2、0.2、0.4。依据权重进行多因子叠加,获得湟水谷地生态完整性(图6),并通过自然断点法划分为5个等级。

### 3.4 湟水谷地自然保护地整合优化

综合风景特质区域的平均生态完整性等级和自然遗迹、自然景观等信息,判断风景特质区域的保护优先级(图7)。以风景特质区域“8f”为例,“8f”平均生态完整性较高,并且区域分布有湟中县柏木峡新元古代叠层石、盘道小水峡瀑布、盘道峡谷地貌和盘道岩溶地貌等省级自然遗迹和自然景观,因此综合

判断“8f”为较高保护优先级风景特质区域。

将湟水谷地保护优先级与现存自然保护地(图8)进行对比分析,确定以下整合优化工作建议:1)多数自然保护地范围受限于行政边界,面积小于其所属风景特质区域,因此,应将风景特质区域作为整合优化自然保护地的基本单元;2)对于单个大型或多个组团的自然保护地,应重点关注其涉及哪些风景特质区域和保护优先级,依据“应保尽保”原则进行整合优化;3)保护优先级高且尚未规划自然保护地的区域,应进行详细研究并考虑规划新自然保护地;4)对于部分现存自然保护地中保护优先级较低的区域,需要进

### 5 湟水谷地生态完整性的各项指标

Indicators of the ecological integrity in Huangshui Valley

### 6 湟水谷地生态完整性

The ecological integrity of Huangshui Valley

### 7 湟水谷地保护优先级

Huangshui Valley conservation priorities

### 8 对比湟水谷地的自然保护地与风景特质区域

Comparison of protected areas and landscape character areas in Huangshui Valley

一步探查,若保护价值较低则考虑调出自然保护地范围。

以湟水谷地北部自然保护地集群为例,已规划的自然保护地普遍位于保护优先级为中级以上的风景特质区域,并沿山系在大通、互助、乐都等多个县界内间断分布。据此,提出自然保护地整合优化思路:1)根据8a/19/8b/9a/9b/9c风景特质区域整合并扩展已规划的自然保护地区域;2)对保护优先级较低的1/14a/16b风景特质区域内的自然保护地进行详细调查,考虑调出自然保护地范围;3)经整合优化,最终形成达坂山山系自然保护地系统(表4)。湟水谷地南部和西部自然

保护地集群与北部类似，应整合优化为拉脊山山系自然保护区系统和临青海湖自然保护区系统。

#### 4 结语

本研究基于生态完整性保护的目标，构建面向区域自然保护区整合优化的风景特质评价方法，包含风景特质识别和生态完整性评估 2 个阶段及 5 个步骤，并将该方法应用于青海省湟水谷地区，经实践能够高效地为自然保护区的整合优化工作提供支持。

区域尺度下风景特质评价的结果可以为更详细的整合优化工作提供背景和起点<sup>[20]</sup>，在区域尺度确定重点工作范围后，需要进行进一步的研究，通过田野调查、利益相关者参与等方式，开展地方尺度的、更细致的评价工作。此外，由于在区域尺度下的数据精度和调研难度等原因，对于湟水谷地文化的研究不足，而谷地作为“河湟文化”的发源地，其地方风景特质值得进一步挖掘、识别和保护。

#### 参考文献 (References):

[1] PIMM S L, JENKINS C N, ABELL R, et al. The Biodiversity of Species and their Rates of Extinction, Distribution, and Protection[J]. *Science*, 2014, 344(6187): 1246-1252.

[2] PIMM S L, JENKINS C N, LI B V. How to Protect Half of Earth to Ensure It Protects Sufficient Biodiversity[J]. *Science Advances*, 2018, 4(8): 2616.

[3] YANG R, CAO Y, HOU S, et al. Cost-effective Priorities for the Expansion of Global Terrestrial Protected Areas: Setting Post-2020 Global and National Targets[J]. *Science Advances*, 2020, 6(37): 3436.

[4] 魏钰, 雷光春. 从生物群落到生态系统综合保护: 国家公园生态系统完整性保护的理论演变[J]. *自然资源学报*, 2019, 34(9): 1820-1832.

[5] 唐芳林, 吕雪蕾, 蔡芳, 等. 自然保护区整合优化方案思考[J]. *风景园林*, 2020, 27(3): 8-13.

[6] 吴承照, 刘广宁. 管理目标与国家自然保护区分类系统[J]. *风景园林*, 2017(7): 16-22.

[7] 杨锐, 彭钦一, 曹越, 等. 中国生物多样性保护的变革性转变及路径[J]. *生物多样性*, 2019, 27(9): 1032-1040.

[8] 唐小平, 刘增力, 马炜. 我国自然保护区整合优化规则与路径研究[J]. *林业资源管理*, 2020(1): 1-10.

[9] 赵智聪, 彭琳, 杨锐. 国家公园体制建设背景下中国自然保护区体系的重构[J]. *中国园林*, 2016, 32(7): 11-18.

[10] Council of Europe. European Landscape Convention[EB/OL]. (2000-10-20)[2021-01-15]. <https://www.coe.int/en/web/conventions/full-list?module=treaty-detail&treaty-num=176>.

[11] ANTROP M, VAN EETVELDE V. Landscape Perspectives: The Holistic Nature of Landscape[M]. Dordrecht: Springer, 2017.

[12] FAIRCLOUGH G, HERLIN I S, SWANWICK C. Routledge Handbook of Landscape Character Assessment: Current Approaches to Characterisation and Assessment[M]. London: Routledge, 2018.

[13] VAN EETVELDE V, ANTROP M. A Stepwise Multi-scaled Landscape Typology and Characterisation for Trans-regional Integration, Applied on the Federal state of Belgium[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2009, 91(3): 160-170.

[14] LI G, ZHANG B. Identification of Landscape Character Types for Trans-regional Integration in the Wuling Mountain Multi-ethnic Area of Southwest China[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2017, 162: 25-35.

[15] SWANWICK C. Landscape Character Assessment: Guidance for England and Scotland[M]. London: The Countryside Agency and Scottish Natural Heritage, 2002.

[15] 鲍梓婷, 周剑云. 英国景观特征评估概述: 管理景观变化的新工具[J]. *中国园林*, 2015, 31(3): 46-50.

[16] 鲍梓婷, 周剑云. 香港景观特征评估 (LCA) 的实践与经验[J]. *中国园林*, 2015, 31(9): 100-104.

[17] 赵焯. 基于自然和文化整体性的名山风景特质识别研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2019.

[18] YANG D, GAO C, LI L, et al. Multi-scaled Identification of Landscape Character Types and Areas in Lushan National Park and Its Fringes, China[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2020, 201: 103844.

[19] 赵焯, 高翹. 英国国家公园风景特质评价体系及其启示[J]. *中国园林*, 2018, 34(7): 29-35.

[20] Luc on Behalf of Hambleton District Council. Hambleton Landscape Character Assessment and Sensitivity Study[EB/OL]. (2016-05-27)[2021-01-11]. <https://www.hambleton.gov.uk/downloads/file/921/hambleton-landscape-character-assessment-and-sensitivity-study>.

[21] Ecus Ltd. Landscape character and capacity Study[EB/OL]. (2007-03)[2021-01-11]. <https://www.doncaster.gov.uk/services/planning/doncaster-landscape-character-assessment-and-capacity-study>.

[22] PARRISH J D, BRAUN D P, UNNASCH R S. Are We Conserving What We Say We are? Measuring Ecological Integrity Within Protected Areas[J]. *BioScience*, 2003, 53(9): 851-860.

[23] ANDRASEN J K, O'NEILL R V, NOSS R, et al. Considerations for the Development of a Terrestrial Index of Ecological Integrity[J]. *Ecological Indicators*, 2001, 1(1): 21-35.

[24] EEVIN J. Protected Area Assessments in Perspective[J]. *BioScience*, 2003, 53(9): 819-822.

[25] HOCKINGS M, STOLTON S, LEVERINGTON F, et al. Evaluating Effectiveness: A Framework for Assessing Management Effectiveness of Protected Areas[M]. Gland and Cambridge: IUCN, 2006.

[26] FABER-LANGENDOEN D, NICHOLS W, ROCCHIO F, et al. An Introduction to Nature Serve's Ecological Integrity Assessment Method[R]. Arlington: Nature Serve, 2016.

[27] 黄宝荣, 欧阳志云, 郑华, 等. 生态系统完整性内涵及评价方法研究综述[J]. *应用生态学报*, 2006, 17(11): 2196-2202.

[28] BELOTE R T, DIETZ M S, JENKINS C N, et al. Wild, Connected, and Diverse: Building a More Resilient System

of Protected Areas[J]. *Ecological Applications*, 2017, 27(4): 1050-1056.

[29] MURTAUGH P A. The Statistical Evaluation of Ecological Indicators[J]. *Ecological Applications*, 1996, 6(1): 132-139.

[30] REZA M I H, ABDULLAH S A. Regional Index of Ecological Integrity: A Need for Sustainable Management of Natural Resources[J]. *Ecological Indicators*, 2011, 11(2): 220-229.

[31] TIMKO J A, IINNES J L. Evaluating Ecological Integrity in National Parks: Case Studies from Canada and South Africa[J]. *Biological Conservation*, 2009, 142(3): 676-688.

[32] CARTER S K, CARR N B, MILLER K H, et al. Multiscale Guidance and Tools for Implementing a Landscape Approach to Resource Management in the Bureau of Land Management[R]. Reston: US Geological Survey, 2017.

[33] WURTZEBACH Z, SCHULTZ C A. Measuring Ecological Integrity: History, Practical Applications, and Research Opportunities[J]. *BioScience*, 2016, 66(6): 446-457.

[34] TUDOR C. An Approach to Landscape Character Assessment[M]. Worcester: Natural England, 2014.

[35] MÜCHER C A, Bunce R G H, JONGMAN R G H, et al. Identification and Characterisation of Environments and Landscapes in Europe[R]. Wageningen: Alterra, 2003.

[36] 曾辉, 刘国军. 基于景观结构的区域生态风险分析[J]. *中国环境科学*, 1999, 19(5): 454-457.

[37] 许妍, 高俊峰, 郭建科. 太湖流域生态风险评价[J]. *生态学报*, 2013, 33(9): 2896-2906.

[38] 孙才志, 闫晓露, 钟敬秋. 下辽河平原景观格局脆弱性及空间关联格局[J]. *生态学报*, 2014, 34(2): 247-257.

[39] COSTANZA R, D'ARGE R, DE GROOT R, et al. The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital[J]. *Nature*, 1997, 387(6630): 253-260.

#### 图表来源 (Sources of Figures and Tables):

所有图表均由作者绘制; 图 2 底图来源于 2019 年谷歌高清卫星影像。

(编辑 / 刘昱霏 李卫芳)