

谭人华,陈艳,蔡文婷,等.乡村景观资源大数据应用平台构建研究[J].华中农业大学学报,2023,42(2):177-185.  
DOI:10.13300/j.cnki.hnlkxb.2023.02.022

## 乡村景观资源大数据应用平台构建研究

谭人华<sup>1</sup>,陈艳<sup>1</sup>,蔡文婷<sup>1</sup>,佘袁勇<sup>2</sup>

1. 中国城市建设研究院有限公司,北京 100120; 2. 华中农业大学园艺林学学院,武汉 430070

**摘要** 在美丽乡村建设和数字乡村战略双重背景下,乡村景观资源的数字化集成、管理、表达与应用是实现我国乡村生态和人居环境数字化管理提升的基础工作,本研究针对乡村景观资源数据多源异构、难以集成的问题,以乡村景观资源大数据应用平台构建为主题,应用3S与多源数据融合技术,在明确乡村景观资源大数据应用平台的需求基础上,提出了乡村景观资源大数据应用平台总体功能架构,并围绕多尺度乡村景观资源数据的融合与存储、乡村景观资源分类与评价、乡村景观资源数据可视化3个平台的核心模块的构建过程进行了叙述。通过构建分布式“空间-属性一体化”乡村景观资源大数据应用平台,实现国土-区域-地方-村域多尺度多源乡村景观资源数据的集成、分类、评价与展示。

**关键词** 数字乡村;乡村景观资源;多源数据;数据库平台;分布式存储;美丽乡村建设

**中图分类号** TU982.29; TP311.13 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2023)02-0177-09

随着我国乡村现代化水平的整体改善,美丽乡村建设进入了全面提升期,而传统大拆大建的建设方式缺乏对乡村地域特色的考虑,导致“千村一面”问题在我国屡见不鲜,如何合理规划建设乡村,突出乡村的自然与历史文化风貌,还需要科学的方法与技术引导<sup>[1-3]</sup>。2022年1月,《数字乡村发展行动计划(2022—2025年)》正式发布([http://www.cac.gov.cn/2022-01/25/c\\_1644713315749608.htm](http://www.cac.gov.cn/2022-01/25/c_1644713315749608.htm)),提出了“乡村生态和人居环境数字化管理提升”等重点工程。其中,乡村景观资源作为融合了自然景观与地域历史人文基因的综合体<sup>[4]</sup>,在国土、区域、村域等多个尺度,对乡村景观资源进行数字化集成、管理、表达与应用,是实现我国不同地域乡村生态和人居环境数字化不可或缺的基础工作<sup>[5]</sup>。

乡村景观资源既包括乡村的山、水、林、田等自然资源,又包括乡村的建筑、民俗等社会人文资源<sup>[5-6]</sup>,其基础数据以地理信息、图表、图像、文字等多源异构形式存在<sup>[7-8]</sup>。国外目前已有一些相对成熟的乡村景观资源的数字化集成与管理应用研究,如英国威尔士以郡的尺度建立全国性数据库,形成了基于GIS的景观信息库及景观信息地图,可以实现景观的识别、规划、发展控制计划及土地管理计划

模拟、历史景观管理等功能<sup>[9]</sup>;德国构建了基于志愿参与的历史性文化景观要素数据库KLEKs,用户可以根据自身需求进行数据录入并使用系统功能,可以根据个人意愿将数据上传共享<sup>[10]</sup>;还有诸如美国风景资源管理系统(LRM)、捷克的景观生态规划与优化系统(LANDEP)等实现乡村景观资源数据成果集成的数字化系统<sup>[11-12]</sup>。国内杨晨等<sup>[13]</sup>以贵州安顺鲍家屯古村落为例,集成数字近景摄影测量、激光雷达和点云可视化技术,构建了一套多尺度的乡村景观遗产数字化采集、处理和分析方法;熊星等<sup>[14]</sup>以太湖风景名胜区西山景区为例,建立了基于GIS的乡村文化景观图像子数据库和乡村文化景观图文影音数据库,为乡村文化景观资源的数字化提供了科学依据;吴雷等<sup>[15]</sup>从传统村落保护的视角切入,按照“人工景观”“经营景观”“自然景观”的景观分类,制定传统村落乡村景观的动态监测数据内容体系,为传统村落数据库建库与动态监管提供了方法路径。虽然我国学者在乡村景观数字化等方面进行了大量探索,但一方面研究尺度多聚焦在村域、县域,研究对象多集中于特定的一种景观资源,缺乏从国土、区域等大尺度为视角,围绕多种乡村景观资源的数字化集成应用的研究<sup>[16]</sup>;另一方面,由于当前我国缺少

收稿日期:2022-06-21

基金项目:国家重点研发计划项目(2019YFD1100401)

谭人华,E-mail: tam35921@126.com

通信作者:蔡文婷,E-mail: caiwenting@cucd.cn

统一的乡村景观资源数字化采集方法与存储标准,各部门之间掌握的资源不对称、不共享,导致了乡村景观资源数据格式不规范、不统一、获取途径少等一系列问题<sup>[17]</sup>。

针对以上问题,本研究聚焦乡村景观资源大数据应用平台构建研究,在明确乡村景观资源大数据应用平台需求的基础上,构建平台总体功能架构,并围绕乡村景观资源数据的融合与存储的实现、乡村景观资源分类与评价模块设计、乡村景观资源大数据的可视化对平台核心模块的构建过程进行介绍,旨在为乡村规划、建设、管理工作提供数据渠道与数字化平台支持,同时为其他领域乡村大数据平台的构建提供方法与思路借鉴,助力数字乡村建设。

# 1 平台总体设计

## 1.1 需求分析

乡村景观资源大数据应用平台主要面向2类用户群体:一是面向乡村规划、建设、管理者等专业人员,平台通过对国土、省、市、村等多尺度乡村景观资源数据进行一体化集成,用户可以通过平台实现乡村景观资源数据的录入、检索、定制等功能,并通过二维和三维可视化窗口实现数据的展示与分析,以辅助全国不同区域乡村的规划、建设;二是面向村

民、游客等公众群体,平台能够以图片、表格、二维地图、三维地图等多种形式实现多尺度乡村景观资源及其分类、评价结果的直观展示,使用户从数字化视角一览村庄及其周边地域风貌,了解村庄特色。

## 1.2 平台主要功能与架构

基于以上需求,平台划分为数据资源展示、数据资源目录、景观资源体系识别与分类、乡村景观资源评价、数据管理、系统运维等6大核心模块,如图1所示。数据面板展示子系统提供大屏幕面板模式的数据展示,通过数据目录、数据预览、查询、制图及统计报表等功能实现对乡村景观数据通过二、三维方式展示、查询、分析。数据资源目录管理子系统能够为用户提供快速了解、发现数据的窗口,通过目录列表、资源专题统计、条件检索、空间检索、资源申请、资源下载及资源浏览量和下载量排行功能,为数据的检索、获取提供帮助。乡村景观资源特征识别与分类管理子系统主要包括国土、区域、地方等尺度景观分类方案、分类指标、分类结果的管理。乡村景观资源评价管理子系统主要包含评价方案、评价指标、评价数据及评价结果,实现以乡村为评价单元开展乡村景观资源评价与管理功能。数据管理子系统和系统运维子系统主要实现数据库配置、元数据管理、用户权限管理等功能。

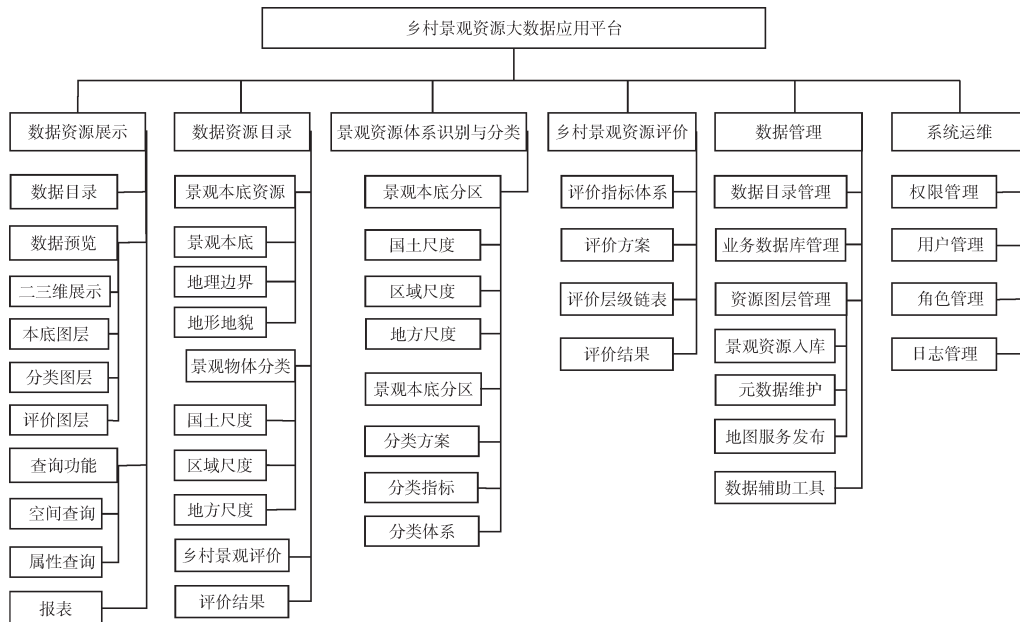


图1 乡村景观资源大数据应用平台功能模块划分

Fig.1 Functional module of big data application platform for rural landscape resource

围绕平台主要功能,本研究进一步对乡村景观资源大数据应用平台总体框架进行了设计,如图2所示。乡村景观资源数据层主要存储用于描述乡村景

观资源特征的原始数据,根据数据是否包含地理信息进行划分,包括DEM、行政区域等空间类数据以及乡村民俗、宗教等非空间类数据。数据分布式存

储管理层将数据层中的存储空间数据及关系型数据表等结构化数据通过 PostgreSQL 数据库进行存储,将非结构化数据通过 MongoDB 及 MinIO 数据库存储,并通过数据明细层、主题数据层、数据表现层描述数据在加工处理过程中的不同逻辑层次。数据分析计算层主要通过空间数据服务引擎和乡村景观资

源分类评价分析引擎,实现乡村景观资源数据检索、添加、删除、修改及乡村景观资源分类与评价分析服务。乡村景观一体化应用层则对应平台的功能模块,用于实现乡村景观资源的应用与展示功能。平台的全过程应严格遵循相关数据存储标准规范与质量体系和安全管控体系。



图2 乡村景观资源大数据应用平台总体框架

Fig.2 Framework of big data application platform for rural landscape resources

## 2 平台核心模块构建

在明确平台主要架构与功能基础上,本研究重点围绕乡村景观资源数据的融合与存储、乡村景观资源的分类与评价、乡村景观资源大数据的可视化等3个平台的核心模块的构建策略进行叙述,从数字化视角揭示多源异构的乡村景观资源数据由处理、存储到分类评价、展示的全过程。

### 2.1 乡村景观资源数据的融合与存储

1) 乡村景观资源数据。实现乡村景观资源数据融合的第一步,是明确在国土、区域等不同尺度,需要关注哪些乡村景观资源,及其基础数据的内容形式。有研究<sup>[6,18-19]</sup>提出,在宏观尺度,乡村景观的异质性主要表现在自然特征上,例如气候、地势地貌、植被等非人类直接创造但会对人类的生产生活产生间接影响的因素,其地域分异规律是形成和控制地理区域之间的相似性或差异性的基础;而在微观尺度,乡村经济生产及文化生活特征等直接由人类活动产生的要素的分异规律则更加明显,往往在自然条件相同或相近的区域中,由于一种或多种社会文化景观特征要素存在差异而形成不同的文化区。基于这一规律,本研究对不同尺度需要重点考虑的乡村景观资源及其基础数据类型进行了梳理,如图3所示。在国土、区域尺度,主要考虑地形、气候、地表覆盖

等自然要素;在地方、村域尺度,主要考虑经济、产业、文化、宗族等社会人文要素。以上乡村景观资源要素由国土至村域层层递进,共同构成乡村地域景观。

2) 乡村景观资源数据的融合与存储模型构建。针对乡村景观资源数据多源异构的问题,本研究根据图3中的数据类型划分将乡村景观资源数据定义为:

$$\text{country\_landscape\_data} = \{ \text{spatial\_object}, \text{time}, \text{attributes} \}$$

其中,spatial\_object表示空间对象,可以是描述具体的乡村边界、乡村中某一特定地点或者某一特定空间范围,对于栅格类型空间对象采用网格划分模式,按照 $1^\circ \times 1^\circ$ 、 $10 \text{ km} \times 10 \text{ km}$ 、 $1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$  3个层次构建;针对矢量类型空间对象按照多边形、线、点的形式进行表达;time用于标识数据的采集时间;attributes用于标识对应空间对象地理位置的属性信息,对于结构化的属性数据采用二维表的方式记录,对于半结构化和非结构化的属性数据采用“键-值”对的形式,利用JSON方式存储。空间对象与属性之间通过唯一标识符关联。构建多源异构数据存储模型(multi-source heterogeneous geospatial model, MHGM)模式如图4所示。

3) 乡村景观资源数据入库流程。针对乡村景观资源数据不完整、不一致、存在噪声等问题,本研究通过可复用的乡村景观资源数据“清洗-聚合-制作-入库”流程,最终形成统一数据存储格式,保证数据

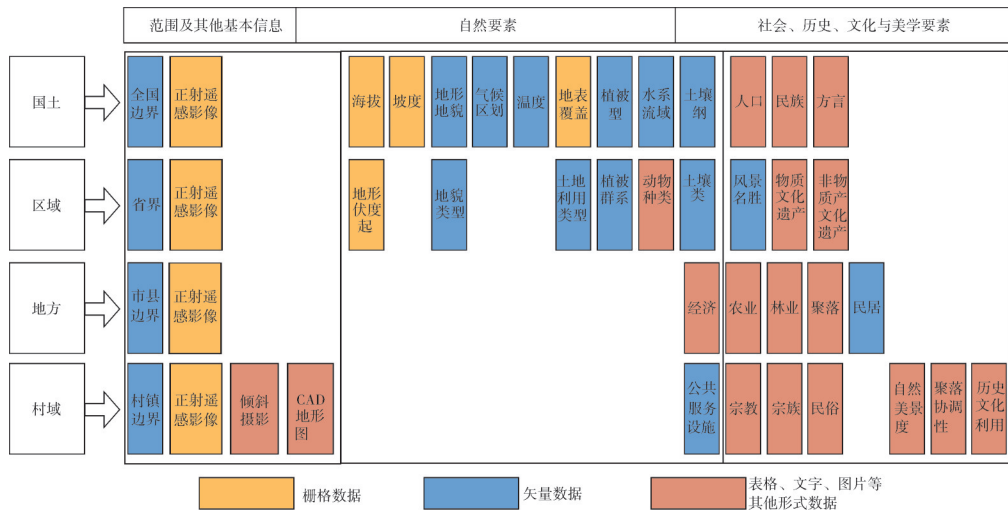


图3 不同尺度的乡村景观资源及其基础数据类型

Fig.3 Rural landscape resources and their data types in different scales

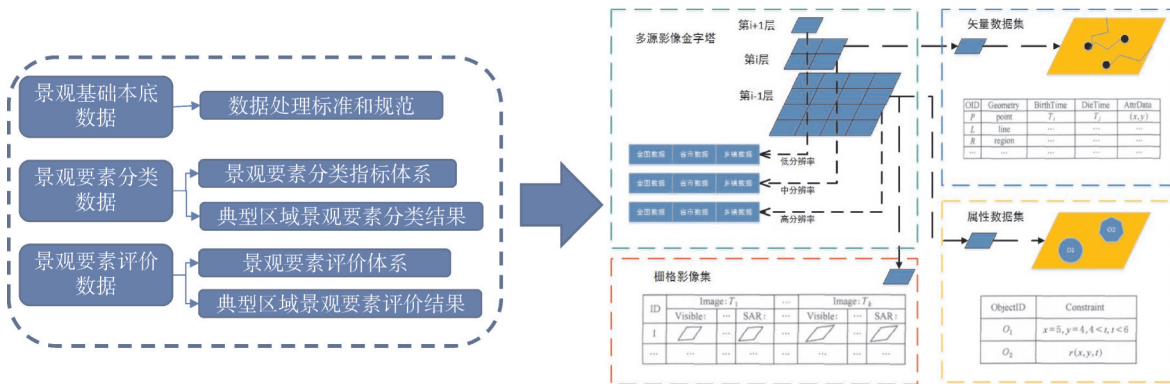


图4 多源异构空间数据存储模型

Fig.4 Multi-source heterogeneous geospatial model

质量,如图5所示。首先通过数据抽取方法获得与乡村景观资源有关的有效信息,内容包括:时空信息抽取,即从数据中提取包含时间信息、空间位置的信息;属性特征信息抽取,即从原始数据中抽取用于描述乡村景观特征的各项属性;元数据信息抽取,即抽取数据的来源、时间、处理方法等元数据信息。

在数据抽取基础上,进一步进行数据质量检查与清洗处理,包括:数据空间坐标及投影的检查、校正与转换和空间数据的完整性、准确性、逻辑一致性及拓扑关系的检查;属性数据完整性检查,异常、缺失数据识别、剔除与补充,并根据统一标准分别对数值型与文本型的数据内容进行赋值。

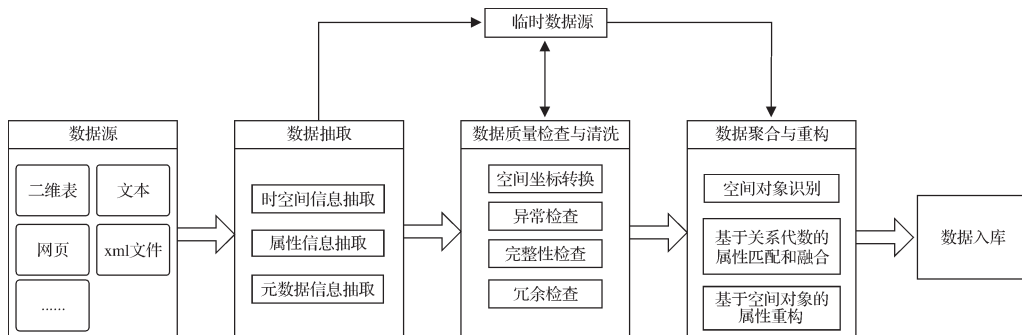


图5 乡村景观资源数据“清洗-聚合-制作-入库”流程

Fig.5 Process of rural landscape resource data "cleaning - aggregation - production - storage"

在数据入库前,按照乡村景观大数据平台中数据存储模型的要求,以存储模型中的空间要素为对象,对不同来源的抽取的属性字段,利用关系代数方法,融合属性字段值,实现数据聚合,重构相应的空间对象及属性。内容包括:空间对象识别;基于关系代数模型的属性数据匹配与融合;基于空间对象的属性数据关系重构。

### 2.2 乡村景观资源的分类与评价

对不同尺度下的乡村景观资源进行分类评价,能够进一步揭示不同地域乡村景观资源的类型、数量、分布等本底特征,为乡村的规划建设提供辅助资料。本研究在实现乡村景观资源融合与存储基础上,进一步为平台设计了乡村景观资源的分类与评价功能,从而使用户不仅能够通过平台检索、浏览乡村景观资源数据,还能通过以上功能了解各乡村景观资源要素组合后的类别与特征,并根据自身关注点对乡村景观资源禀赋的优劣进行宏观评判。

1)乡村景观资源分类功能的实现。面对乡村景观资源特征不鲜明、类型同质化等问题,充分把握乡村景观资源的特征差异,对我国不同尺度、不同地域的乡村景观资源进行分类是本平台的特色功能之一。研究<sup>[6]</sup>提出,乡村景观特征是多种特征要素叠加和相互作用形成的独特且可识别的乡村地域自然文化形态格局,能使乡村景观呈现出同质性或异质性。乡村景观资源的分类在此基础上以价值中立为导向,通过对不同尺度下乡村景观资源特征的识别与

凝练,来全面反映乡村景观资源的客观现状,挖掘全国乡村景观的构成特征与规律,本研究基于景观特征评价(landscape character assessment, LCA)及历史景观特征识别(historic landscape characterization, HLC)等国外相对成熟的景观分类框架<sup>[9,20]</sup>,同时考虑我国地域特色,设计了一套多尺度乡村景观资源分类技术流程,如图6所示。遵循前文中尺度由大到小、景观特征差异由自然向人文过渡的规律,在国土尺度主要考虑气候、地形要素,区域尺度主要考虑地形地貌、地表覆盖等要素,地方及场所尺度主要考虑土地利用、民居民俗等要素,在不同尺度,用户首先可以根据自身关注点手动勾选以上要素,作为参与乡村景观资源分类数据图层,并根据不同精度需求定义分类网格的大小,平台提供10 km×10 km、5 km×5 km、2 km×2 km等不同分类网格预设,网格作为乡村景观分类的基本单元,其面积越小则最终分类精度越高。在分类的方法层面,平台提供了因子叠加法和聚类法2种常用的景观分类方法,叠加法通过各乡村景观资源空间图层的叠置分析能直接得出风景特质类型和区域,操作简单且图示直观,适用于叠加要素的斑块较为完整且叠加要素较少的情况。在聚类法中,用户可以手动选取K-means聚类、二阶聚类等不同聚类方式,实现景观特征要素的组合分类。通过自定义分类方案,用户能够得到不同尺度的乡村景观资源分类结果,不同分类方案产生的分类结果能够在平台的可视化窗口中进行展示和对比分析。

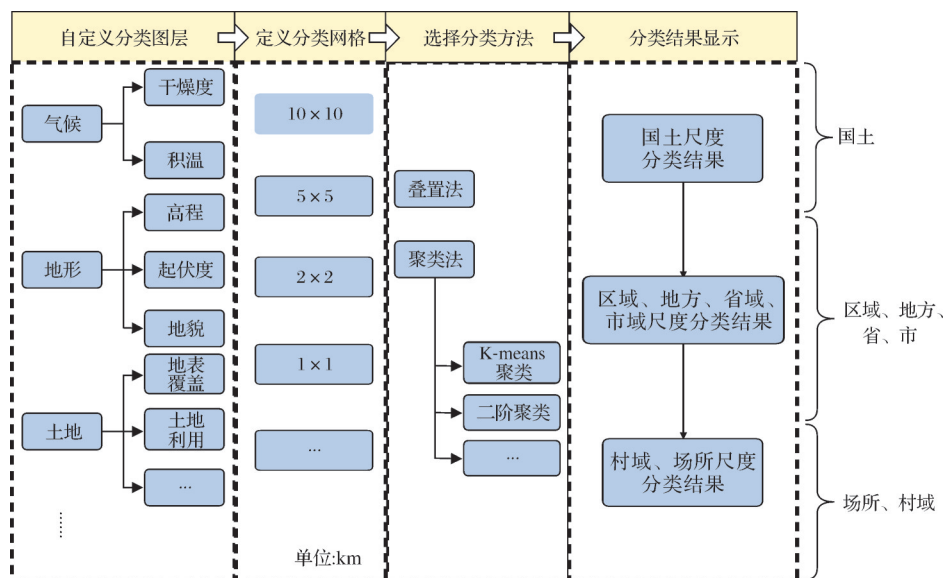


图6 多尺度乡村景观资源分类的实现流程

Fig.6 Process of multi-scale rural landscape resource classification

2)乡村景观资源评价功能的实现。乡村景观资源是乡村景观的构成要素,其组成、联系和质量直接影响到乡村景观的品质和功能发挥。基于人类参与资源形成的程度,本研究从乡村自然景观资源、人文景观资源、农业景观资源3个方面对特定乡村景观资源进行评价,评价内容包含生态系统、气象景观、历史文化、聚落景观、农业生产景观、农业聚落景观等8个维度<sup>[21]</sup>。乡村景观资源评价的实现流程如图7所示,用户能够在以上默认维度中手动勾选参与的评价指标,输入评价所需的数据或数值,自定义各指标

权重,来得到评价结果;同时结合不同用户需求,平台提供了自定义指标输入接口,能够实现自定义指标的命名、输入及简单计算公式的定义。通过自定义指标输入接口,用户能够制定不同的评价方案。确定评价指标与权重后,平台自动生成评价结果,以图表形式对评价综合得分与各版块得分进行展示,并以文字报告的形式对评价结果进行加以说明。评价结论以简洁、实用为原则,采用总分结合模式,首先明确村庄基本类型,其次点明最突出的资源类型以及目前存在的不足或缺项。

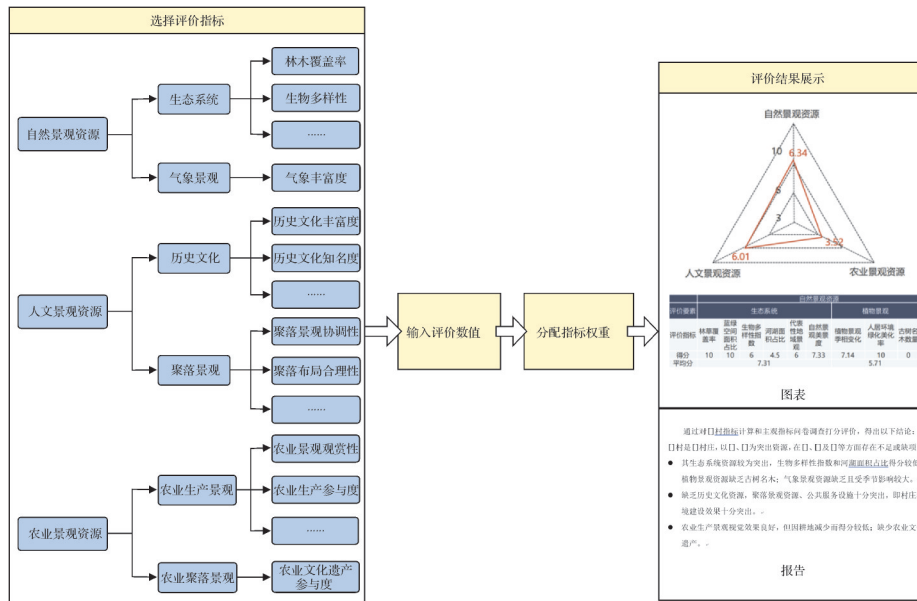


图7 多尺度乡村景观资源评价的实现流程

Fig.7 Process of multi-scale rural landscape resource evaluation

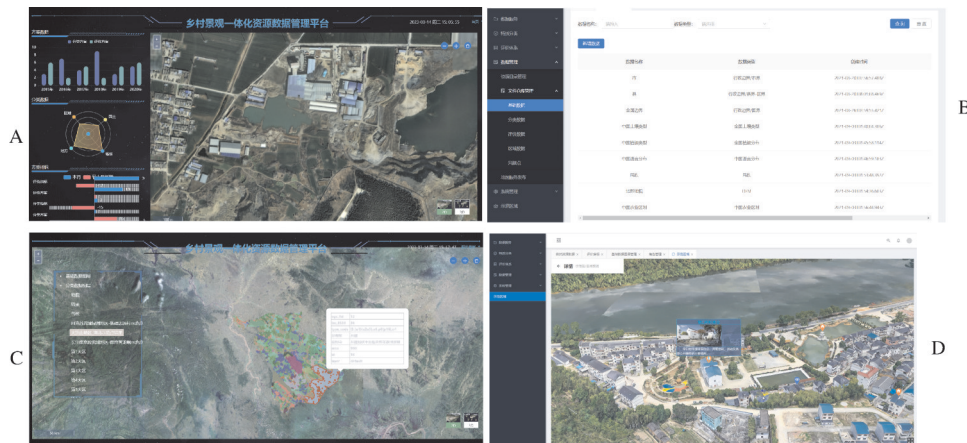
### 2.3 乡村景观资源数据的可视化

通过连接乡村景观资源数据库,实现乡村景观资源基础数据及分类评价结果的空间一体化展示,为不同用户群体提供便捷直观的乡村景观资源数据可视化窗口。乡村景观资源数据的可视化主要分为一体化展示与管理界面、资源目录、二维展示窗口、三维展示窗口4部分,如图8所示。一体化展示与管理界面是平台的综合展示模块,能够展示乡村的基本情况、主要景观资源类型、评价结果等信息,能够使用户在宏观层面了解村庄。资源目录为用户提供快速了解、发现数据的窗口,包含目录列表、资源专题统计、条件检索、空间检索、资源申请、资源下载及资源浏览量和下载量排行功能,为数据的检索、获取提供帮助。二维展示窗口以高清遥感影像为底图,集成了全国行政边界、地貌类型、土地覆盖、植被等多种景观资源基础数据,用户可以根据需求勾选在界面中叠加显示,同时数据库分类与

评价的结果也能实时展示在该界面中。在三维展示窗口,用户能够浏览漫游村庄的三维模型,手动点击模型中具有标记的地物并查看该地物的实景照片与基本信息,从数字化视角一览村庄风貌,了解村庄特色。

### 3 讨论

在美丽乡村建设和数字乡村战略双重背景下,乡村景观资源的数字化集成、管理、表达与应用是实现我国乡村生态和人居环境数字化管理提升的基础工作。本研究瞄准乡村景观资源数据多源异构、难以集成的问题,以乡村景观资源大数据应用平台构建研究为主题,从乡村景观资源大数据应用平台的总体构建思路 and 平台核心模块构建过程两方面出发,提出了乡村景观资源大数据应用平台总体架构的构建思路,并对乡村景观资源数据的融合存储、乡村景观资源数据分类评价、乡村景观资源数据的可



A: 平台一体化展示界面 Integrated display interface; B: 数据资源目录 Data directory; C: 二维展示窗口 Two-dimensional display window; D: 三维展示窗口 Three-dimensional display window.

图8 乡村景观资源数据可视化窗口

Fig.8 Visualization window of big data application platform for rural landscape resource

视化进行了论述。

相较于目前相关研究,从理论层面来看,本研究选择了从国土、省域、村域多尺度乡村景观资源这一宏观视角出发,构建了“空间-属性一体化”的乡村景观资源大数据应用平台,将多源异构的乡村景观数据进行了整合,实现我国不同地域乡村景观资源的数字化集成、分类、评价与展示。从现实层面来看,平台的构建为村民及乡村工作者提供了乡村景观的数字化展示窗口,为乡村的规划建设提供了数据渠道与决策支持,积极响应美丽乡村建设和数字乡村战略。

在技术层面,本研究通过构建“空间-属性一体化”的乡村景观资源大数据应用平台,实现了国土-区域-地方-村域多尺度乡村景观资源数据的一体化集成、分类、评价与展示,为多尺度乡村景观资源数字化采集、存储与应用提供了系统的方法路径,响应了我国乡村景观数据多源异构、数字化水平低等问题。相较于其他平台,本研究进一步融入了乡村景观资源分类与评价特色模块,并加入了三维模型、实景图等多样乡村景观资源数据展示渠道,能够为使用者提供全方位多层次把握某村庄乡村景观资源特征的手段。乡村景观资源大数据平台能够为不同用户群体提供服务:对于乡村规划、设计、管理者等专业人士,平台能够实现乡村景观资源本底数据的一体化集成,能够实现多源乡村景观资源数据的录入、检索、定制、展示、分类与评价功能,从而为全国不同区域乡村的规划、建设、管理提供基础数据渠道和辅助决策支持。对于村民、游客等公众群体,平台能够以图表、地图、三维模型等多种形式表现我国不同地域乡村景观资源类型特征,具有一定的科

普作用。

随着乡村振兴战略的推进、国土空间的进一步实施规划以及乡村数字化水平的发展,乡村景观资源大数据平台有着丰富的应用前景,同时也需要围绕多方面进一步努力完善:在平台的架构层面,要加强与国土空间基础信息平台等国家层面综合地理信息平台的联动衔接,在统一平台架构的基础上,实现平台间数据资源的互联互通,并为其他平台提供面向乡村景观的分类、评价等专题应用功能和场景。在数据集成层面,虽然本研究对乡村景观资源基础数据进行了统一梳理,但下一步平台要在统一数据存储标准的基础上,加强对不同渠道、不同部门基础数据的整合,通盘考虑数据格式规范化和差异化,形成不同口径不同精度的乡村景观资源数据的处理流程及成果产品,能够与国土层面相关数据规格标准保持一致互通,同时兼顾不同地域数据的专题需求、格式,从而满足数据在不同场景的应用<sup>[22]</sup>。在平台的功能层面,平台的分类与评价模块也有待继续深化,下一步要积极落实响应国土空间规划、多规合一等重大战略措施,从系统学的角度对乡村景观进行分类评价,考虑多个乡村景观资源要素间的协同联动,对乡村生产、生活、生态要素进行空间层面与功能层面的综合权衡<sup>[23]</sup>;构建“自上而下”和“自下而上”相结合的乡村景观分类与评价体系<sup>[24]</sup>,通过运用乡村社会感知大数据,在充分考虑村民自身感情意愿的前提下对乡村景观特征进行划分与评价;同时要考虑乡村景观时间上的异质性,考虑不同年份、不同季节乡村景观的差异性和演变规律<sup>[16]</sup>。在平台的应用落地层面,要建立有效的平台管理与运维机制,

确保平台的动态管理和长久运维,结合用户需求实现平台数据和功能的持续更新,让研究成果真正助力于乡村振兴、双碳目标等重大国家战略。

## 参考文献 References

- [1] 王云才,刘滨谊.论中国乡村景观及乡村景观规划[J].中国园林,2003,19(1):55-58.WANG Y C,LIU B Y.Discussions on rural land-scape and rural landscape planning in China[J].Journal of Chinese landscape architecture,2003,19(1):55-58(in Chinese with English abstract).
- [2] 王瑞琦,张云路,李雄.新时代乡村绿化美化的美学途径与科学导则[J].中国园林,2020,36(1):5-12.WANG R Q,ZHANG Y L,LI X.An aesthetic approach and scientific guidelines for advancing China's rural greening and beautification in the new era[J].Chinese landscape architecture,2020,36(1):5-12(in Chinese with English abstract).
- [3] 王培洪,李可润,吴小刚.基于乡情视角的闽南乡村景观意象评估[J].华中农业大学学报,2022,41(3):27-34.WANG P H,LI K R,WU X G.Evaluation of rural landscape image in southern Fujian based on the perspective of nostalgia[J].Journal of Huazhong Agricultural University,2022,41(3):27-34(in Chinese with English abstract).
- [4] 翟洲燕,常芳,李同昇,等.陕西省传统村落文化遗产景观基因组图谱研究[J].地理与地理信息科学,2018,34(3):87-94,113.ZHAI Z Y,CHANG F,LI T S,et al.Research on the cultural heritage landscape genome maps of traditional villages in Shaanxi Province[J].Geography and geo-information science,2018,34(3):87-94,113(in Chinese with English abstract).
- [5] 孙艺惠,陈田,王云才.传统乡村地域文化景观研究进展[J].地理科学进展,2008,27(6):90-96.SUN Y H,CHEN T,WANG Y C.Progress and prospects in research of the traditional rural cultural landscape[J].Progress in geography,2008,27(6):90-96(in Chinese with English abstract).
- [6] 蔡文婷,姜娜,佃袁勇,等.乡村景观资源特征指标体系构建[J].风景园林,2022,29(3):25-30.CAI W T,JIANG N,DIAN Y Y,et al.The construction of rural landscape resource characteristics index system[J].Landscape architecture,2022,29(3):25-30(in Chinese with English abstract).
- [7] 胡最,刘沛林,申秀英,等.传统聚落景观基因信息单元表达机制[J].地理与地理信息科学,2010,26(6):96-101.HU Z,LIU P L,SHEN X Y,et al.Expression mechanism of landscape-gene information unit of traditional settlement[J].Geography and geo-information science,2010,26(6):96-101(in Chinese with English abstract).
- [8] 刘玉,郜允兵,潘瑜春,等.基于多源数据的乡村功能空间特征及其权衡协同关系度量[J].地理研究,2021,40(7):2036-2050.LIU Y,GAO Y B,PAN Y C,et al.Spatial differentiation characteristics and trade-off/synergy relationships of rural multi-functions based on multi-source data[J].Geographical research,2021,40(7):2036-2050(in Chinese with English abstract).
- [9] CARYS S.Landscape character assessment guidance for England and Scotland[R].London:Natural England,2002.
- [10] 迈克·施托克曼,伊尔可·马绍尔.20年的"KLEKs"——德国基于志愿参与的历史性文化景观要素数据库的建立[J].风景园林,2019,26(5):41-47.MAIK S,ILKE M.20 years of KLEKs: the establishment of historical cultural landscape element database based on volunteer participation in Germany[J].Landscape architecture,2019,26(5):41-47(in Chinese with English abstract).
- [11] KOONTZ T M,BODINE J.Implementing ecosystem management in public agencies: lessons from the U.S. Bureau of Land Management and the Forest Service[J].Conservation biology,2010,22(1):60-69.
- [12] RŮŽIČKA M,MIKLÓS L.Landscape-ecological planning (LANDEP) in the process of territorial planning[J/OL].Ekologia CSSR: Casopis pre ekologické problémy biosféry,1982[2022-06-21].https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201302133240.
- [13] 杨晨,韩锋,刘春.基于点云技术的乡村景观遗产空间信息记录与可视化方法研究[J].风景园林,2018,25(5):37-42.YANG C,HAN F,LIU C.Research on methods for recording and visualising spatial information of rural landscape heritage with point cloud technology[J].Landscape architecture,2018,25(5):37-42(in Chinese with English abstract).
- [14] 熊星,唐晓岚,刘澜,等.风景名胜区乡村文化景观管理数据库平台建构策略[J].南京林业大学学报(自然科学版),2017,41(5):99-106.XIONG X,TANG X L,LIU L,et al.Construction strategy of rural cultural landscape database management platform in scenic area[J].Journal of Nanjing Forestry University (natural sciences edition),2017,41(5):99-106(in Chinese with English abstract).
- [15] 吴雷,雷振东,武艳文,等.乡村景观视角下传统村落现代营建监测数据库研究[J].南方建筑,2022(3):98-106.WU L,LEI Z D,WU Y W,et al.Application of a modern architectural construction monitoring database in traditional villages from the perspective of rural landscapes[J].South architecture,2022(3):98-106(in Chinese with English abstract).
- [16] 申佳可,陈照方,彭震伟,等.中国乡村景观特征评价的发展和展望[J].风景园林,2022,29(3):19-24.SHEN J K,CHEN Z F,PENG Z W,et al.Development and prospect of rural landscape character assessment in China[J].Landscape architecture,2022,29(3):19-24(in Chinese with English abstract).
- [17] 冯献,李瑾,崔凯.乡村治理数字化:现状、需求与对策研究[J].电子政务,2020(6):73-85.FENG X,LI J,CUI K.Digitalization of rural governance: present situation, demand and countermeasures[J].E-Government,2020(6):73-85(in Chinese with English abstract).
- [18] 师庆东,王智,贺龙梅,等.基于气候、地貌、生态系统的景观分类体系——以新疆地区为例[J].生态学报,2014,34(12):3359-3367.SHI Q D,WANG Z,HE L M,et al.Landscape classification system based on climate, landform, ecosystem: a case study of Xinjiang area[J].Acta ecologica sinica,2014,34(12):3359-3367(in Chinese with English abstract).
- [19] 宋振荣,郑渝,张晓彤.乡村生态景观建设理论和方法[M].北京:中国林业出版社,2011.SONG Z R,ZHENG Y,ZHANG X T.The ecological restoration and landscaping of rural area theo-



- ries and methods[M].Beijing:China Forestry Publishing House, 2011(in Chinese).
- [20] SAM T.Historic landscape characterisation:a landscape archaeology for research, management and planning [J].Landscape research, 2006, 31(4): 385-398.
- [21] 晋国亮.乡村景观多元价值体系与规划设计控制研究[D].上海:上海交通大学, 2011.JIN G L.Study on multi-value system and planning design control of rural landscape [D]. Shanghai: Shanghai Jiao Tong University, 2011 (in Chinese with English abstract).
- [22] 李优柱,杨鸿宇,姜庆志,等.我国数字乡村研究前沿热点与建设特征分析[J].华中农业大学学报, 2022, 41(3): 11-19.LI Y Z, YANG H Y, JIANG Q Z.Analysis on front hotspots and construction characteristics of digital rural studies in China[J].Journal of Huazhong Agricultural University, 2022, 41(3): 11-19 (in Chinese with English abstract).
- [23] 王云才,陈照方,成玉宁.新时期乡村景观特征与景观性格的表征体系构建[J].风景园林, 2021, 28(7): 107-113.WANG Y C, CHEN Z F, CHENG Y N.The representation system of rural landscape character and personality in the new era[J].Landscape architecture, 2021, 28(7): 107-113 (in Chinese with English abstract).
- [24] 戈大专,陆玉麒.面向国土空间规划的乡村空间治理机制与路径[J].地理学报, 2021, 76(6): 1422-1437.GE D Z, LU Y Q.Rural spatial governance for territorial spatial planning in China: mechanisms and path[J].Acta geographica sinica, 2021, 76(6): 1422-1437 (in Chinese with English abstract).

## Construction of big data application platform for rural landscape resources

TAN Renhua<sup>1</sup>, CHEN Yan<sup>1</sup>, CAI Wenting<sup>1</sup>, DIAN Yuanyong<sup>2</sup>

1.China Urban Construction Design & Research Institute Co., Ltd., Beijing 100120, China;

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

**Abstract** Under the background of beautiful countryside construction and digital village strategy, the digital integration, management, expression and application of rural landscape resources are the basic work to improve digital management of rural ecology and human settlements in China. A big data application platform for rural landscape resources was constructed to solve the multi-source heterogeneity and difficulty in integrating rural landscape resource data, applying 3S and multi-source data fusion technology. The overall functional structure was described around the construction process of the core modules of the three platforms including the integration and storage of multi-scale rural landscape resource data, the function of classification and evaluation of rural landscape resources, and the visualization of rural landscape resource data. The integration and display of multi-scale and multi-source rural landscape resource data in the national territory-region-local-village domain was realized by building a distributed “space-attribute integration” rural landscape resource big data application platform. On one hand, the platform offers data channels and digital platform support for rural planning, construction, and management; on the other hand, it will provide methods and ideas for constructing rural big data platforms in other fields to help the development of digital villages.

**Keywords** digital village; rural landscape resources; multi-source data; database platform; distributed storage; beautiful rural construction

(责任编辑:陆文昌)