

# 人文自然耦合视角下过渡性地理空间概念、 内涵与属性和研究框架

邓伟<sup>1,2,3</sup>, 张少尧<sup>1</sup>, 张昊<sup>2,3</sup>, 彭立<sup>1</sup>, 刘颖<sup>1</sup>

(1. 四川师范大学地理与资源科学学院, 成都 610101; 2. 中国科学院成都山地灾害与环境研究所, 成都 610041; 3. 中国科学院大学资源环境学院, 北京 100049)

**摘要:** 从人文自然耦合的视角看, 过渡性地理空间是介于自然和人文之间的复合地带, 凸显人地关系地域系统的特殊性与复杂性。其中, 山区是过渡性地理空间的主体, 是全国国土空间高质量发展与治理的关键区域, 对其系统深刻理解与认知亟待全面加强。立足于人文自然耦合系统层面阐释过渡性地理空间的概念、内涵与属性, 并借鉴多学科理论与方法, 结合地理编解码技术, 探索性提出基于色差渐变原理的过渡性地理空间研究的科学框架, 以期深刻阐释过渡性地理空间人文自然耦合演化过程及其机理, 并为提升过渡性地理空间国土空间功能与优化国土空间开发格局提供科学指导和决策依据, 这对于丰富人地关系地域系统研究做出新的探索具有应用价值。

**关键词:** 人文自然耦合; 过渡性地理空间; 地理编解码; 色差渐变; 地理空间属性表征

DOI: 10.11821/dlyj020200189

## 1 引言

纵观人类活动在地理空间上的特点, 特别是从人文自然耦合的视角看, 就会发现一系列具有不确定性、渐变性、介于自然过程和人文过程交织的复合空间, 表现出一种过渡性特征, 并使其凸显人地关系地域复杂性。这种复杂性导致其经济社会的发展受到多重影响和约束, 在现代人地关系地域系统演进中, 是国土空间多功能权衡与调控的关键区域。

过渡性地理空间是客观且广泛存在的, 特别是在山区表现的更为直观普遍。全国广泛分布的山地(占陆域国土面积的65%)导致陆地表层显著的空间分异<sup>[1]</sup>, 以三大阶梯的地貌格局强烈地塑造了全国多层次、多尺度过渡性地理空间, 凸显其空间组分多样性(空间异质性)、结构复杂性和功能多样性。由此也造成了山区人文自然时空耦合过程的差异性、变化性与不确定性, 导致二者的关联与相互作用关系在不同的时空尺度上具有不同的特征, 呈现出多重过渡性的地理综合体。

从生态文明建设和全面推动建设美丽中国的战略行动看, 国土空间发展的协调与可持续性至关重要。就山区人地关系地域系统而言, 其过渡性地理空间往往是经济社会发展的短板集中区域, 保护与发展的博弈非常强烈, 是国土空间发展与治理的难点和关键区域。基于山区过渡性地理空间呈现着人文自然强烈交互作用的特殊性质, 面向新时代国土空间发展战略(新型城镇化、乡村振兴), 开展山区人文自然耦合时空分异规律、演

收稿日期: 2020-03-09; 修订日期: 2020-03-18

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(41930651)

通讯作者: 邓伟(1957-), 男, 辽宁沈阳人, 博士, 研究员, 博士生导师, 主要从事山区资源环境与国土空间发展研究。E-mail: dengwei@sicnu.edu.cn

变过程、区域特征与模拟预测研究,对揭示其机理、阐明其调控机制与途径、优化山区国土空间结构与功能、提升国土空间开发质量和保障国家生态安全,以及对促进过渡性地理空间认知的地理学发展、完善多目标国土功能的权衡方法、着力解决重点和关键山区过渡性地理空间人地关系协调与经济社会可持续发展等深层次地理问题,均具有重要的理论意义和应用价值。

## 2 概念、内涵与属性

### 2.1 关于过渡性与过渡性地理空间

什么是过渡性,即事物由一个阶段或一种状态逐渐发展变化而转入另一个阶段或另一种状态<sup>[2]</sup>。就地理空间而言,其包涵两层意思,一是空间特征的具体地理位置,二是这种空间状态的时间性。很显然,从人文自然耦合视角看,过渡性地理空间状态或时段是既非纯自然态(N)也非纯人文态(H),是N向H或H向N过渡的时空渐变态,在性质上介于N和H之间,其时空状态存在偏向于N或偏向于H的多种可能性,并与地理时空尺度密切相关。从地理连续过渡说可知:地表所发生的地理现象,一般均具有连续变化和逐渐过渡的特征<sup>[3]</sup>。显然,地理空间的过渡性既体现于自然景观的渐变性,也体现在人文景观的渐变性,这种渐变性缘于自然因素和社会与经济因素的共同作用,其多组分异质性明显,并具有显著的地理时空分异性。

我们理解的过渡性地理空间,主要是指地貌形态、气候类型、土地利用与覆被、人口密度和经济社会发展水平而呈现不同结构、功能与特征的非均质性国土空间。其层级、序次、结构、功能均呈现特有的时空性与演变规律,明显有别于城市和自然生态区,主要是以山区地理空间为主体,并且生态空间组分占比很高(>40%),生态屏障功能(水源涵养、水土保持、生物多样性)和乡村聚落与农牧及经果林生产功能高度复合,其国土空间重要价值性是不可替代的。

山区过渡性地理空间是人文自然耦合所呈现的多层级、多类型的复杂区域,具有生态过渡性(生态交错带)、产业过渡性(农牧交错带、农林交错带、林牧交错带)和社会过渡性(城-乡过渡带、集镇-村落过渡带),是中心与边远/边缘的过渡地带。

### 2.2 国内外相关研究

据文献检索与分析可知,国内外涉及过渡性地理空间的相关研究与各种交错带概念的提出和应用有一定的联系和启示。如生态交错带<sup>[4]</sup>、农牧交错带<sup>[5]</sup>、城乡交错带<sup>[6]</sup>、水陆交错带<sup>[7]</sup>等地理空间范畴(表1),在不同的文献中也可见到交错带、过渡带、边缘区与环境梯度带等常见的术语,其共同点是指生态和地理空间异质性的交互地带。

生态学家将不同群落间的生态交错带视为一个生态实体,代表着两个相邻群落间的过渡区,其组分处于激烈的竞争状态,对环境变化敏感,植被容易受到胁迫而呈现明显的动态性,并由于生态交错带的边缘效应而增加了生物多样性<sup>[8]</sup>。生态交错带研究已经拓展到生态脆弱带、生态屏障功能等研究中,通过阐释生态交错带的特征、结构、功能和生物多样性,并与全球变化相关联,有力地支撑了生态系统管理。

最早涉及城乡之间过渡地带的概念是1936年由德国地理学家赫伯特·路易斯(H. Louis)提出的<sup>[9]</sup>,主要是研究与刻画城市空间扩张的城区、近郊和远郊不同土地利用及功能景观。由于城市到乡村的中间地带呈现非城市、非乡村的土地利用景观特征,形成了一个城市边缘带和乡村边缘带,即城乡交错带,其具有极为明显的“渐变性”与“动态性”特点<sup>[9]</sup>。通过研究城乡交错带区域的空间位置与形态、土地利用方式和经济发展特

表1 过渡性地理空间部分相关概念及其属性

Tab. 1 Related concepts and attributes of transitional geospace

相关概念	地理属性	主要研究内容及应用
生态交错带 <sup>[4,8]</sup>	相邻生态系统之间的过渡带称为生态交错带。它具有由特定时间空间尺度以及相邻生态系统相互作用程度所确定的一系列特征。	全球变化的响应与反馈、景观生态、生物多样性保护、生态系统管理与保护区划分等。
城乡交错带 <sup>[6,9-11]</sup>	一种土地利用、社会和人口特征的过渡地带,即中心城的连续建成区与外围非农土地利用之间,兼具有城市与乡村两方面的特征。	城乡融合、风险防范、景观结构调整、土地开发、建设用地空间优化、区域综合治理等。
农牧交错带 <sup>[5,12-14]</sup>	集约农业地带向游牧区的过渡带,范围的界定以年降水量400 mm为重要指标。系统具有敏感性,易受外来影响。	区域生态与福祉、农牧民生计、乡村地域类型划分与转型发展、乡村聚落与空间重构等。
水陆生态过渡带 <sup>[7]</sup>	内陆水生态系统和陆地生态系统之间界面区,具有半水半陆复合性。	湿地生态与生物多样性、洪泛区、岸带功能与保护和利用等。
山地平原过渡带 <sup>[15]</sup>	山地与平原两大地域单元的交接地带,具有明显的自然地理边缘效应,形成高度异质的景观特征。	地形因子与景观格局关系、景观格局空间优化、森林生态系统管理、生态过程调节。
绿洲荒漠过渡带 <sup>[13]</sup>	贴近绿洲边缘的荒漠地段,受到一定程度人为作用过程的产物,发育在固定半固定风沙土壤的稀疏植被带。	土壤和生物分布、荒漠化过程和机制、绿洲系统功能维持与生态恢复、资源安全利用等。

征,解析工业、服务业以及非农产业增长迅速的乡村地区的城市化实现过程<sup>[10]</sup>,明确指出城乡交错带作为各类矛盾冲突的集中地区,包含社会、经济、政治、文化等多系统,强调建立统一的要素标准对其空间界限进行识别<sup>[11]</sup>。很显然,城乡交错带也是新时代国土空间治理的重点地带。

农牧交错带是集约农业地带向游牧区的过渡带。赵松乔先生于1959年首次将中国农牧交错带的范围完整地勾勒出来,并对其生产方式及自然地理条件等做了详尽调查,为全国农牧交错带的研究提供了翔实的基础性资料<sup>[5,12]</sup>。由于农牧交错带的人类活动,使其具有社会经济属性,又因其具有自然生态脆弱性,所以农牧交错带也是全球气候变化研究的热点之一<sup>[13]</sup>,但在农牧交错带的人地关系研究中普遍存在“重自然、轻人文”的现象,对自然与人文要素复合作用下的内部演化过程及总体特征的认识尚显不足<sup>[14]</sup>。

过渡带或交错带的概念也在其他一些研究加以引用或扩展。比如水陆交错带、绿洲荒漠过渡带,还有山地-平原过渡带(地形和景观)<sup>[15]</sup>,都是借用了生态交错带的概念和内涵,进而对过渡带或交错带的地理、生态、景观和人文进行多学科的综合研究,包括界限测定和区域划分。

### 2.3 内涵与属性

从人文-经济地理学视角看,过度性地理空间是有别于自然生态过程主导和人文过程主导的地理空间(图1),既非单一的自然生态空间,也非单一的城市空间,是人与自然相互作用的过渡区和渐变区,是一个绝不能以城市化替代的地理空间,是具有特殊内涵和属性的国土空间。

从人类活动方式与强度看,过渡性

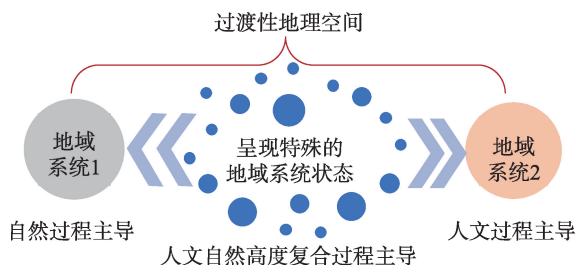


图1 过渡性地理空间属性示意

Fig. 1 Schematic of transitional geospatial attributes

地理空间具有人类活动的不确定性和复杂性,包括居民生计多样性,其内涵与实质凸显人与自然的相互作用直接关系的密切性、脆弱性与易变性和风险性,并受多种因素影响和驱动(气候变化、城市化、市场、政策等)。在传统农业社会里,人类仅以能够生存为基本要求,也是以传统的方式耕作土地,形成了乡村地理空间。其生活在乡村的人数与可利用的土地和生产方式是相关的<sup>[6]</sup>,特别是在山区的乡村,耕地适宜性更具有约束性。乡村土地功能以第一产业为主,体现农业社会的属性;在工业社会和城市化的现代社会里,乡村集镇的建设与乡镇企业和旅游休闲业态的融合,导致土地功能承载着第一、第二和第三产业,也使乡村居民的生计变得多样化,生产、生活空间赋予了土地功能的现代社会新内涵与属性。新的国土空间发展规划依据国家主体功能区划,突出强调“生产空间、生活空间和生态空间”功能的协调与格局的优化,而山区过渡性地理空间恰是国土“三生空间”功能的完整体现,三者是相互依存关系,存在土地多功能权衡与协同性。

从地理学的系统综合观来看,过渡性地理空间具有半自然半人文的属性,人口、资源和环境呈现不同的时空特征和演变规律,尤其是在山区凸显其人地关系地域系统的特殊性(图2),有着丰富的人与自然相互作用的研究内涵,是地理学研究的重点和热点区域。山区过渡性地理空间具有环境梯度大,空间异质性强,作用过程强烈且效应的级联性显著,也是国土空间发展多要素耦合与协同作用的关键协调区域,在发展政策与治理手段方面需要特定的工具。因此,我们需要不断深化认识山区过渡性地理空间的时空演变特征和规律。

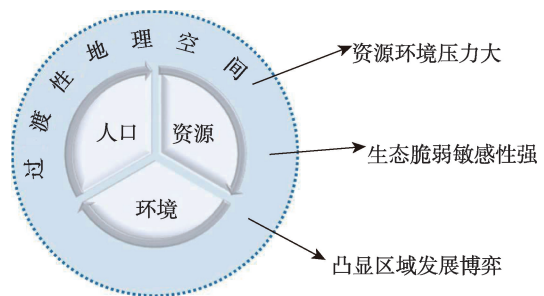


图2 过渡性地理空间人地关系的特殊性  
Fig. 2 Particularity of human-nature relationship in transitional geospace

### 3 研究框架

很显然,过渡性地理空间的研究必定是多学科交叉和多种理论的综合,也包括方法的创新。借助理学的基本理论和方法,并结合中国复杂的山区基本特点,从现代国土空间发展与治理的新视野,思考和构建过渡性地理空间研究的理论基础与科学框架。

#### 3.1 理论基础

既然过渡性地理空间充分体现了从自然到人文的过渡性,人地关系地域系统论、陆地表层系统科学是揭示这样一个特殊性地理空间特征与演变规律的重要理论指导,而鉴于其国土空间多功能性,区域协调发展的理论、国土空间发展规划理论和可持续发展理论等,是认识其国土空间特性、空间发展路径选择与可持续机制建立的重要科学遵循,也是地理学进行区域综合研究的理论基础。

**3.1.1 人地关系地域系统论** 吴传钧先生早在1991年就明确指出人地关系地域系统是地理学研究的核心<sup>[17]</sup>,人地关系地域系统是人与自然的相互作用的地理空间分布特征与时空规律。通过建立人地系统结构、解析人地关系的非线性效应、模拟人地关系耦合及其演进的理论与方法<sup>[18]</sup>,认识到人地系统是一个不稳定的、非线性的、远离平衡状态的耗散结构,遵循“熵增原理”,并具有时空变化性,进一步指出人地关系是否协调抑或矛盾,主要取决于人类活动的影响,明确强调自觉地按照地的规律加强因地制宜性,以达到更

好地为人类服务的目的,科学提出从自然和人文变量识别指标体系去分析人地关系,阐释其结构和机制<sup>[17]</sup>。

**3.1.2 陆地表层系统科学** 陆地表层是由水、土、气、生等自然要素及人文要素共同组成的复杂综合体,已成为地球科学研究的核心方向<sup>[19]</sup>。黄秉维先生倡导的陆地表层系统综合研究,极大地拓展了地理学研究内涵,并融入了多圈层相互作用与互馈对地表过程的影响,强调自然社会系统的对立统一性,指出其各个子系统相互联系,特别是人类活动对自然界施加作用而引起某些变化,人类活动是改变地表过程的一个重要驱动力,并与经济社会发展密切相关,并明确提出陆地表层的区域可持续发展是研究的重点,做好区域划分可以更加精准地研究物质、能量在不同地理环境中的转移与转化<sup>[20]</sup>。这一研究具有学科综合性和交叉性,研究内容包括地球表层与环境相互作用的机理和调控途径,研究过程需要耦合自然要素和人文要素<sup>[21]</sup>,充分体现了地理学的现代性:不仅要解释过去,更要解决当前资源、环境和区域可持续发展问题,还要预测未来发展趋势<sup>[22]</sup>。

人类活动正在加剧改变地球表面的自然环境,产生了全球性和区域性资源、环境和生态问题,人与自然的平衡问题困扰着世界,导致经济社会的可持续发展面临多重严峻的挑战。地理科学正在转向这些问题与挑战,在研究的视角、科学逻辑和理论与方法方面努力迈向一个新的阶段,跨学科科学家们采用新的地理学概念、工具和技术加深对环境变化、可持续性、全球化、人口动力学等重要议题的理解,尤其是未来地球计划的科学理念和指导思想,进一步促进了地球科学系统研究中的陆地表层系统研究的创新,并在研究实践中形成了多学科交叉融合的理论成果和解决方案,直接服务于社会发展,应对环境变化、促进可持续发展、认知和应对经济社会快速的空间重组,以及更好地改善社会和环境<sup>[23]</sup>,彰显了地理科学的时代学术地位、战略方向和科学指导作用。

**3.1.3 可持续发展理论** 可持续发展是人类环境意识的深刻觉醒,是一种划时代的思想。《我们共同的未来》中对可持续发展定义为:“既满足当代人的需求,又不对后代人满足其自身需求的能力构成危害的发展”<sup>[24]</sup>。可持续发展是一个内涵极为丰富的概念,其核心在于正确辨识“人与自然”的关系,其理论在于深刻揭示“自然-社会-经济”复杂系统的运行机制<sup>[25]</sup>。可持续发展理论从资源、环境和人口构成的经济社会复杂巨系统出发,深度思考人与自然的关系,重新审视发展的属性,并综合了地理学、生态学、资源科学、经济学、环境科学和社会科学的理论与知识体系,从全球、国家和区域等不同尺度诊断和评估经济社会发展的状态与趋势,从而指导特定地域的空间发展和治理,增加空间约束性与限制性和协调性,促进可持续性。

30多年来,可持续发展由概念到理论,分析、评价与模拟方法不断创新,形成了以人口、资源、环境和经济等各子系统协调发展的综合研究理论与方法体系,为国土空间开发格局的优化提供了重要的理论指导。

**3.1.4 国土空间规划与发展** 国土空间规划是在准确认知国土空间动态复杂巨系统及其内部多种要素正负反馈机制和动态演变规律的前提下,基于历史过程演化数据构建多元、线性、非线性、动态及离散化情景模拟和趋势预测模型,对未来国土空间开发利用进行科学预测与合理规划<sup>[26]</sup>。关于国土空间,分区是基础,功能是体现,优化是手段,而最终目标是实现国土空间的高效利用<sup>[27]</sup>。国土空间规划旨在科学布局生产空间、生活空间和生态空间,统筹区域空间协调发展,防控国土空间结构失调和无序发展。

地理学是国土空间规划理论的基础,尤其是人文-经济地理学具有重要的指导性。在新型城镇化与城乡统筹发展的背景下,解决经济高速增长、社会快速转型中存在的国土空间开发秩序混乱和资源环境代价沉重等问题是人文-经济地理学在区域国土空间开发与

可持续发展领域的重大科学命题<sup>[28]</sup>。国土空间规划关注资源环境与经济发展交互耦合效应,是推动以质量变革、效率变革、动力变革为特点的国土开发方式和空间治理方式的转型,是生态文明战略导向、资源环境约束加强背景下探寻高质量空间发展路径的制度创新<sup>[29]</sup>。

**3.1.5 区域协调发展理论** 区域协调发展就是指自然-经济-社会复杂巨系统在一定地域范围内,其子系统间职能互补、相互促进,并具有克服冲突、协调矛盾的能力以实现区域整体利益最大化的发展<sup>[30]</sup>,既要保持区域经济整体的高效增长,又能促进各区域的经济的发展,使地区间的发展差距稳定在合理适度的范围内并逐渐收敛,达到各区域协调互动、共同发展的一种区域发展战略<sup>[31]</sup>。在时间维上,区域协调发展具备可持续性(区域内经济、社会、生态3个子系统协调发展从而实现区域的可持续发展),在空间维上,区域间发展具备传递机制和空间格局优化的态势,使区域间发展差距逐渐缩小。区域协调发展理论的重点是理解“协调”和“发展”的涵义。协调包含三个涵义:协作、调整、和谐,其内涵的实质是协作。

### 3.2 新思路与新方法

**3.2.1 地理不确定性与地理过程** 地理过程是地域单元状态转移、变迁与演化过程中所蕴含的具有地理学意义的过程性步骤、阶段与活动。地理过程传统上分为自然地理过程(水文过程、生态过程等)与人文地理过程(城镇化、人口迁移、文化传播等)<sup>[32]</sup>。在一定的地域空间范围内,往往自然地理过程与人文地理过程相互交织在一起,共同作用于地域单元,如土地利用变化、粮食安全与全球变化等。在地理过程中,地域单元的状态在不同时空尺度上均处于或快速或缓慢、或显著或轻微、或分散或集中的转移、变迁与演化中,造成地域单元的状态具有多样性与动态性,我们将这种性质称之为地理不确定性。不同的地域单元在不同的地理过程中表现出不同的状态丰富度、多样性与动态性,状态多样性与动态性越高,其地理不确定性越高,反之亦然。但是在时空域的某一单位刻度下,不同尺度的地域单元状态趋于相对稳定(图3)。

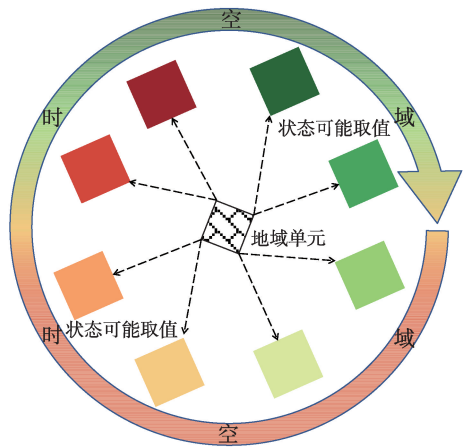


图3 地理不确定性示意图

Fig. 3 Illustration of geographical uncertainty

**3.2.2 色差渐变与过渡性地理空间表征** 针对过渡性地理空间的复杂性、交互性、多尺度性、动态性与不确定性,我们提出用色差渐变原理来表达过渡性地理空间及其时空过程。如图4所示,将典型二元地理空间视为不同的颜色矩阵,中间颜色渐变地带表示过渡性地理空间上的地理过程与地域单元空间状态的交织、关联与过渡。基于色块变化来表达不同地域单元的过渡,不同的格网大小、形状、采样模式与排列组合表征不同尺度过程下的过渡性地理空间单元。基于格网色块的色差渐变(取色的范围与概率)代表过渡性地理空间属性与地域功能的变化,将每一个格网色块的取色概率视为地理过程不确定性的独立随机事件,通过尺度转换将不同空间的取色概率拟合为泊松分布函数(或其他概率函数),根据泊松函数的分布曲线在时空序列下的位移波动,明晰不同地域功能的正负向互馈半径与力度,表征过渡性地理空间小尺度下的空间属性与地域功能变化蕴含着大尺度中过渡性地理空间的演变机制,揭示其人文自然要素的交互过程与作用机理。

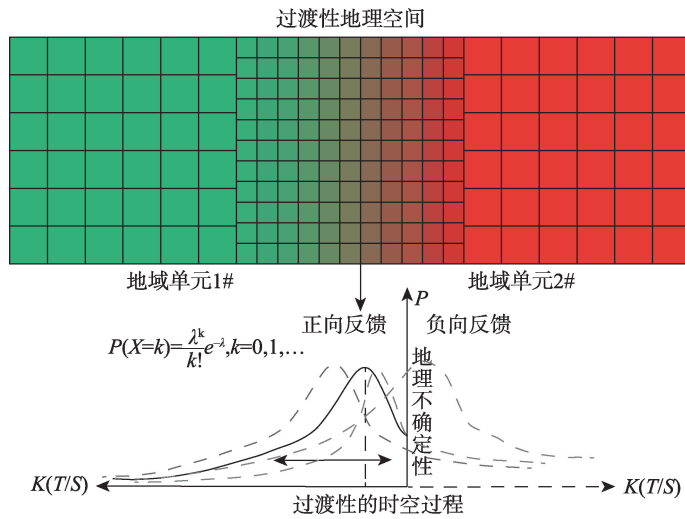


图4 过渡性地理空间的色差示意图

Fig. 4 Illustration of color gradients in transitional geospace

通过时空尺度转换，将局部单元的地理不确定性映射到整体空间的地理确定性上，将局部空间自相关推向全局空间自关联，实现不同地域单元之间的多尺度过渡与关联，进而揭示过渡性地理空间复杂性、交互性、多元性的变化过程。色差渐变原理作为过渡性地理空间不确定性的形象表达，是过渡性地理空间过程与模式研究的有力工具和重要的方法理念创新。

**3.2.3 地理编解码与人文自然耦合过程解析** 过渡性地理空间人文自然多要素耦合性和多层次性对传统地理空间分析方法提出了新的挑战，需要新的分析逻辑去揭示过渡性地理空间的要素关联与地理过程变化机理。对此，我们提出基于耦合性与多尺度性的地理分析技术，并综合前沿数值分析与机器学习方法的地理编解码技术框架（图5），定量揭示过渡性地理空间人地关系地域系统特征与人文自然耦合过程。具体思路如下：根据色差渐变原理，提取单一地理过程要素的不确定性指数和信息熵，由此计算不同地理过程之间的互馈信息与相对熵。根据联合概率分布函数，解析不同地理过程下人文自然多要素的存在概率与关联作用，阐释不同地理过程在格网结构属性上的空间表达性，实现多尺度地理空间要素的编码；在地理编码基础上，将不同地理过程的编码数据层进行叠加，

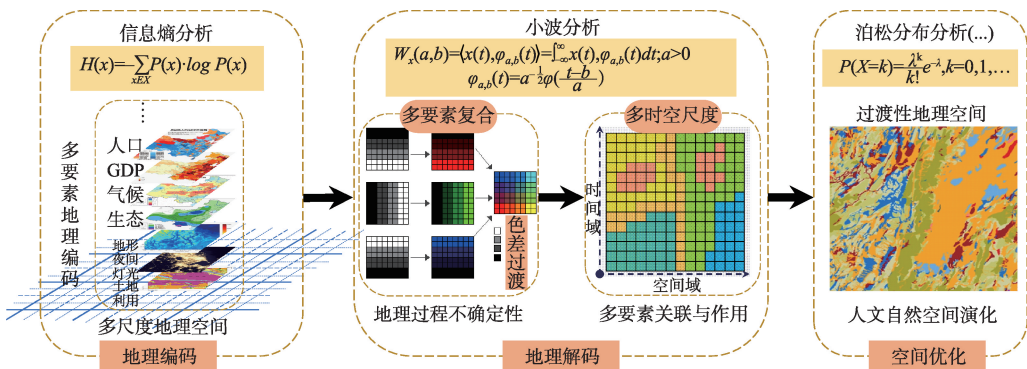


图5 过渡性地理空间的地理编解码分析框架示意图

Fig. 5 Schematic diagram of the research framework of geocoding and decoding in transitional geospace

构建综合性的过渡性地理空间的多元要素、多时空域的关联性与过渡性的空间表达面板。基于串并行法则将空间尺度域地理过程映射到时间域栈列中，利用小波分析频域与时空域的转换功能，探测不同尺度下不同地理过程的二阶平稳性与尺度依赖性，解析时空域多尺度、多层级人文自然要素的配置模式与尺度关联性，实现过渡性地理空间的解码过程；根据地理编码的多要素综合和地理解码的特征结构解析，揭示过渡性地理空间人文自然耦合要素空间规则与平稳结构特征，表征地理不确定性的时空过程，并将其用于关键地理单元的空间优化中。这就为过渡性地理空间的人文自然耦合空间演化路径及其作用机理的分析提供了定量表达与认知工具。

### 3.3 研究的科学逻辑及其框架

针对过渡性地理空间在人文自然耦合过程中的多尺度性、多层级性、动态性与不确定性，其结构、功能、过程、机理与效应的研究仍需遵循地理学中格局、过程、机理与决策的科学逻辑，实现过渡性地理空间的综合性、系统性与集成性研究。在研究中，首先从地理空间格局入手，把握过渡性地理空间的本质特征，聚焦于过渡性地理空间中的关键节点，基于地理大数据构建人文和自然要素过渡性的判别标准与指标体系，准确识别多尺度下过渡性地理空间位置、范围、分布与层级等空间格局的结构与功能特征；在格局分析基础上，充分运用色差渐变原理与地理编解码技术，破解过渡性地理空间的不确定性表征难题，深化“过渡性”的地理本质认知，明晰人文自然多要素组分结构与空间关联性，从而定量揭示人文自然耦合过程机理与效应特征，深刻阐述塑造过渡性地理空间格局的地理空间过程；在此基础上，以典型单元区为例，研究过渡性地理空间中不同尺度人文自然复合作用过程对水土要素耦合、土地利用变化、生态服务、社会经济活动与地域功能的影响及其效应的空间传递过程，解析过渡性地理空间功能体系与区域发展的关联机制，实现研究从地理过程刻画向地理机理阐释的转变；基于政策实践与地理不确定性的空间关联性，将栅格单元和政策实践单元进行功能定位匹配的弹性权衡，揭示过渡性地理空间不确定性与地域功能的计量关系，从而实现大尺度地域功能优化目标下的降尺度关键格网单元功能分配，为国土空间优化提供地理决策依据（图6）。

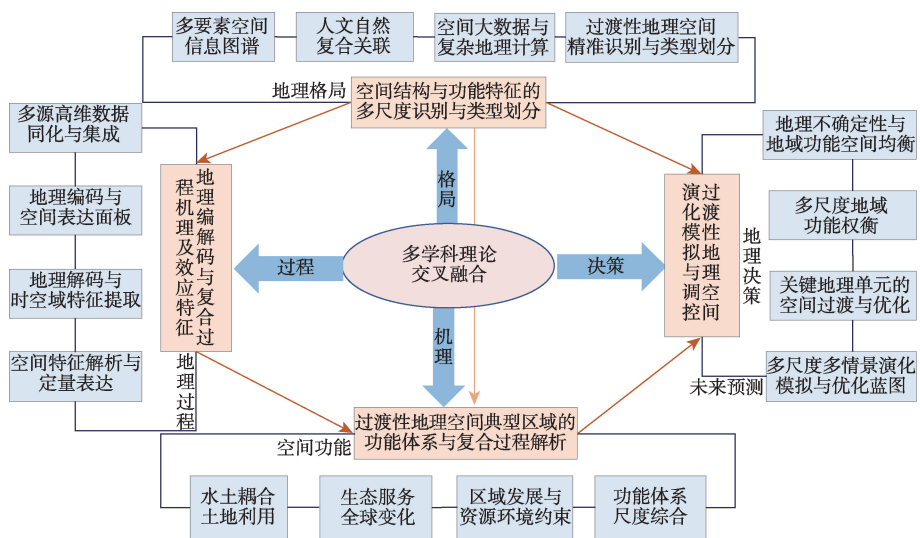


图6 过渡性地理空间的集成研究框架与科学逻辑

Fig. 6 Integrated research framework and scientific logic of transitional geospace



基于上述集成研究框架,过渡性地理空间的研究工作可以较好地从业理论、方法与区域发展政策实践等角度回答其所蕴含的关键科学问题,实现人文自然耦合过程的综合研究。

## 4 结论与展望

综上所述,可以认识到:基于人文自然耦合视角下过渡性地理空间具有特定的地理属性与内涵,凸显半自然半人文的过渡性特征,且二者的作用关系、强度和效应与影响具有明显的时空多尺度性、差异性与不确定性,尤其是在山区广泛分布着过渡性地理空间,呈现出人地关系的特殊性,具有多层次、多尺度的过渡性特点,形成了结构分异明显、演变规律独特的人地关系地域系统。

以地理学的系统综合观,融合多学科知识,探索性提出了色差渐变原理,并结合地理编解码和空间分析技术,构建的人文自然耦合过渡性地理空间科学研究逻辑框架,给出了过渡性地理空间表征与刻画的可行技术方案,这有望其研究取得重要的成果和新的突破,还可为丰富人地关系地域系统的研究做出新的实践与创新。

中国已经进入了一个新的发展时代,山区的可持续发展是关乎国家现代化全局的关键区域。山区作为人文自然耦合过渡性地理空间的独特区域,实现其国土空间科学、合理、高效开发和区域协调发展,所面临的诸多问题亟待破解而获得决策依据。因此,亟需加强人文自然综合集成研究与新技术新方法的探索与创新,要充分理解地理“耦合”的本质,提升地理“集成”研究的层次和质量<sup>[3]</sup>,深入探究和解析山区过渡性地理空间结构与功能,破解制约其发展的关键地理与国土问题;系统回答山区过渡性地理空间多尺度人文自然耦合作用过程和生态系统服务演变,并量化其效应及其空间传递机制,为山区国土空间开发格局的优化提供重要的理论指导和决策依据。

### 参考文献(References)

- [1] 邓伟,戴尔阜,贾仰文,等.山地水土要素时空耦合特征、效应及其调控.山地学报,2015,33(5):513-520. [Deng Wei, Dai Erfu, Jia Yangwen, et al. Spatiotemporal coupling characteristics, effects and their regulation of water and soil elements in mountainous area. Mountain Research, 2015, 33(5): 513-520.]
- [2] 中国社会科学院语言研究所词典编辑室.现代汉语词典.北京:商务印书馆,2000:485. [Institute of Linguistics, CASS. Modern Chinese Dictionary. Beijing: The Commercial Press, 2000: 485.]
- [3] 左大康.现代地理学辞典.北京:商务印书馆,1990:36. [Zuo Dakang. Dictionary of Modern Geography. Beijing: The Commercial Press, 1990: 36.]
- [4] 朱芬萌,安树青,关保华,等.生态交错带及其研究进展.生态学报,2006,27(7):3032-3042. [Zhu Fenyin, An Shuqing, Guan Baohua, et al. A review of ecotone: Concepts, attributes, theories and research advances. Acta Ecologica Sinica, 2007, 27(7): 3032-3042.]
- [5] 赵松乔.察北、察盟及锡盟:一个农牧过渡地区的经济地理调查.地理学报,1953,20(1):43-60. [Zhao Songqiao. Chabei, Chameng and Ximeng-Economic and geographical investigation in a transitional area of agriculture and animal husbandry. Acta Geographica Sinica, 1953, 20(1): 43-60.]
- [6] 陈佑启.城乡交错带名辨.地理学与国土研究,1995,11(1):47-52. [Chen Youqi. Argument on the urban-rural interlaced zone. Geography and Geo-Information Science, 1995, 11(1): 47-52.]
- [7] Bretschko G. River/Land Ecotones: Scales and Patterns. Hydrobiologia, 1995, 303(1-3): 83-91.
- [8] 高洪文.生态交错带(Ecotone)理论研究进展.生态学杂志,1994,(1):32-38. [Gao Hongwen. Advancement of theoretical research in Ecotone. Chinese Journal of Ecology, 1994, (1): 32-38.]
- [9] 余强毅,陈佑启,许新国.土地利用科学中的“城乡交错带”概念辨析.中国土地科学,2010,24(8):46-51. [Yu Qiangyi, Chen Youqi, Xu Xinguo. Concept discrimination on "rural-urban fringe" in land use science. China Land Science, 2010, 24(8): 46-51.]

- [10] Chen Yi, Wen Yuan, Li Zhigang. From blueprint to action: The transformation of the planning paradigm for desakota in China. *Cities*, 2017, 60: 454-465.
- [11] 黄琦, 王宏志, 顾江, 等. 城乡景观复杂度视角下的城乡交错带界限确定: 以武汉市为例. *经济地理*, 2019, 39(10): 71-77. [Huang Qi, Wang Hongzhi, Gu Jiang, et al. The determination of urban-rural ecotones from the perspective of urban and rural landscape complexity. *Economic Geography*, 2019, 39(10): 71-77.]
- [12] 刘洪来, 王艺萌, 窦潇, 等. 农牧交错带研究进展. *生态学报*, 2009, 29(8): 4420-4425. [Liu Honglai, Wang Yimeng, Dou Xiao, et al. Progress and perspective of agro-pasturage ecotone. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(8): 4420-4425.]
- [13] Qiao Jianmin, Yu Deyong, Wu Jianguo. How do climatic and management factors affect agricultural ecosystem services? A case study in the agro-pastoral transitional zone of northern China. *Science of the Total Environment*, 2018, 613-614: 314-323.
- [14] 冯玉新. 历史地理视域下的西北农牧交错带刍议. *干旱区资源与环境*, 2019, 33(12): 83-89. [Feng Yuxin. Northwest farming-pastoral zones in the perspective of historical geography. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2019, 33(12): 83-89.]
- [15] 张静静, 朱文博, 赵芳, 等. 山地平原过渡带地形起伏特征及其对景观格局的影响: 以太行山淇河流域为例. *中国科学: 地球科学*, 2018, 48(4): 476-486. [Zhang J, Zhu W, Zhao F, et al. Spatial variations of terrain and their impacts on landscape patterns in the transition zone from mountains to plains: A case study of Qihe River Basin in the Taihang Mountains. *Scientia Sinica: Terrae*, 2018, 48(4): 476-486.]
- [16] 沃尔特·克里斯塔勒. 德国南部中心地原理. 常正文, 王中兴, 等译. 北京: 商务印书馆, 2010: 5. [Walter Christaller. *Central Principle of Southern Germany*. Translated by Chang Zhengwen, Wang Zhongxing, et al. Beijing: The Commercial Press, 2010: 5.]
- [17] 吴传钧. 论地理学的研究核心: 人地关系地域系统. *经济地理*, 1991, 11(3): 1-6. [Wu Chuanjun. The core of geographical research: Regional system of human-earth relationship. *Economic Geography*, 1991, 11(3): 1-6.]
- [18] 毛汉英. 人地系统优化调控的理论方法研究. *地理学报*, 2018, 73(4): 608-619. [Mao Hanying. Theories and methods of optimal control of human-earth system: Commemoration of 100th anniversary of academician Wu Chuanjun's birth. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(4): 608-619.]
- [19] 宋长青. 总序: 地理科学三十年: 从经典到前沿. 北京: 商务印书馆, 2016: XIII-XIV. [Song Changqing. Prefaces. *The Geographical Sciences During 1986-2015: From The Classics to the Frontiers*. Beijing: The Commercial Press, 2016: XIII-XIV.]
- [20] 黄秉维, 陈传康, 蔡运龙, 等. 区域可持续发展的理论基础: 陆地系统科学. *地理学报*, 1996, 63(5): 445-453. [Huang Bingwei, Chen Chuankang, Cai Yunlong, et al. The theoretical foundation of regional sustainable development: Land system science. *Acta Geographica Sinica*, 1996, 63(5): 445-453.]
- [21] 傅伯杰. 序言. 地理科学三十年: 从经典到前沿. 北京: 商务印书馆, 2016: XV-XVI. [Fu Bojie. Foreword. *The Geographical Sciences During 1986-2015: From the Classics to the Frontiers*. Beijing: The Commercial Press, 2016: XV-XVI.]
- [22] 冷疏影. 前言. 地理科学三十年: 从经典到前沿. 北京: 商务印书馆, 2016: XVII-XXI. [Leng Shuying. Introduction. *The Geographical Sciences During 1986-2015: From the Classics to the Frontiers*. Beijing: The Commercial Press, 2016: XVII-XXI.]
- [23] 美国国家科学院国家研究理事会. 理解正在变化的星球: 地理科学的战略方向. 刘毅, 刘卫东, 等译. 北京: 科学出版社, 2011: XIII-XVII. [National Research Council/National Academy of Sciences. *Understanding the Changing Planet: Strategic Directions for the Geographical Sciences*. Translated by Liu Yi, Liu Weidong, et al. Beijing: Science Press, 2011: XIII-XVII.]
- [24] WCED. *Our Common Future*. Oxford: Oxford University Press, 1987.
- [25] 牛文元. 持续发展导论. 北京: 科学出版社, 1997: XV-XVI. [Niu Wenyan. *Introduction to Sustainable Development*. Beijing: Science Press, 1997: XV-XVI.]
- [26] 张衍毓, 陈美景. 国土空间系统认知理论与规划改革构想. *中国土地科学*, 2016, 30(2): 11-21. [Zhang Yanyu, Chen Meijing. Spatial system cognitive theory and spatial planning system reform in China. *China Land Science*, 2016, 30(2): 11-21.]
- [27] 孟宝, 邓伟, 彭立. 基于地理学的空间认识及中国国土空间功能优化方向分析. *生态经济*, 2019, 35(9): 170-176. [Meng Bao, Deng Wei, Peng Li. Understanding of space and optimized of china territory space functional based on geography. *Ecological Economy*, 2019, 35(9): 170-176.]
- [28] 樊杰, 周侃, 陈东. 生态文明建设中优化国土空间开发格局的经济地理学研究创新与应用实践. *经济地理*, 2013, 33(1): 1-8. [Fan Jie, Zhou Kan, Chen Dong. Innovation and practice of economic geography for optimizing spatial develop-

- ment pattern in construction of ecological civilization. *Economic Geography*, 2013, 33(1): 1-8.]
- [29] 孙雪东. 国土空间规划的使命: 塑造以人为本高品质的国土空间. *资源导刊*, 2019, (3): 22-24. [Sun Xuedong. The mission of territorial space planning: To shape people-oriented high-quality territorial space. *Resources Guide*, 2019, (3): 22-24.]
- [30] 吴超, 魏清泉. 区域协调发展系统与规划理念分析. *地域研究与开发*, 2003, 22(6): 6-10. [Wu Chao, Wei Qingquan. A systematic analysis of regional coordinated development and planning. *Areal Research and Development*, 2003, 22(6): 6-10.]
- [31] 袁惊柱. 区域协调发展的研究现状及国外经验启示. *区域经济评论*, 2018, (2): 132-138. [Yuan Jingzhu. Research progress of regional harmonious development and inspiration from foreign experiences. *Regional Economic Review*, 2018, (2): 132-138.]
- [32] 傅伯杰. 地理学综合研究的途径与方法: 格局与过程耦合. *地理学报*, 2014, 69(8): 1052-1059. [Fu Bojie. The integrated studies of geography: Coupling of patterns and processes. *Acta Geographica Sinica*, 2014, 69(8): 1052-1059.]
- [33] 宋长青, 程昌秀, 杨晓帆, 等. 理解地理“耦合”实现地理“集成”. *地理学报*, 2020, 75(1): 3-13. [Song Changqing, Chen Changxiu, Yang Xiaofan, et al. Understanding geographic coupling and achieving geographic integration. *Acta Geographica Sinica*, 2020, 75(1): 3-13.]

## Transitional geospace from the perspective of human-nature coupling: Concept, connotations, attributes, and the research framework

DENG Wei<sup>1,2,3</sup>, ZHANG Shaoyao<sup>1</sup>, ZHANG Hao<sup>2,3</sup>, PENG Li<sup>1</sup>, LIU Ying<sup>1</sup>

(1. College of Geography and Resources Science, Sichuan Normal University, Chengdu 610101, China; 2. Institute of Mountain Hazards and Environment, CAS, Chengdu 610041, China; 3. School of Resources and Environment, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

**Abstract:** From the perspective of the coupling of socioeconomic and natural sciences, transitional geospace is the composite zones between natural- socioeconomic system, highlighting the particularity and complexity of the regional system of human- nature relationship. In terms of the type, the mountainous transitional geospace, which we need to focus on and deepen its understanding and cognition, is the key areas for the high-quality development and management of modern territorial space in China, as well as one of the important issues of the frontiers of geographical research. In the light of the elaboration of the concept, connotation and attributes of transitional geospace from the perspective of the coupling of socioeconomic and natural systems, and referring to multidisciplinary concepts, theories and methods, inspired by the principle of color gradients, this study exploratively proposes a scientific research framework for transitional geospace based on the geocoding and decoding technologies, aiming to explain the socioeconomic- natural coupling evolutionary process and its mechanisms in transitional geospace, and to provide scientific decision guidance and basis for improving the territorial space function and optimizing its development pattern in the transitional geospace. It also has application values to enrich the explorations and practices for the research of human-nature relationship and regional systems.

**Keywords:** coupling of human- nature; transitional geospace; geocoding and decoding; color gradients; geospatial attributes representation