

基于重构理念的生态资源系统设计与应用

刘永红 宋一鸣 刘帆宇 吴凡¹

(湖南大学 设计艺术学院, 湖南 长沙 410082)

【摘要】: 生态资源是人类生存和发展的根基, 对生态资源合理有效的开发一直是全球性的重点问题。现阶段的生态资源开发存在全局性、系统性不足, 数字化、智能化程度有限, 人本关怀缺乏和资源的可持续利用率低等问题。运用重构理念从时间、空间、资源等维度来梳理生态资源开发过程中复杂问题的多视角思路, 构建了以时间重构、空间重构、资源重构为基础的生态资源系统设计的重构模式。时间重构建立了生态资源开发的全生命周期设计, 从时间维度的跨度和广度出发, 在资源开发的前、中、后三个阶段, 完成具有前瞻性与延续性、全面性与系统性的重构设计。将空间重构的空间域划分为现实空间、虚拟空间、体验空间, 分别指向于以空间功能的布局、资源开发数字化技术、人本空间体验为基础的多元重构方式。资源重构以显性资源与隐性资源为组成部分, 是对不同资源类型开展高效循环利用与全面深度开发的双向重构模式。生态资源的系统重构设计为实现生态资源的循环可持续开发提供了一种新的设计与规划思路, 对推动我国生态文明的系统性建设提供参考。

【关键词】: 重构理念 时间-空间-资源维度 生态资源 系统设计

【中图分类号】: F062.2 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1671-4407(2021)06-214-08

0 引言

生态资源是为人类提供生态产品和生态服务的各类物质、环境及系统的总称, 是人类赖以生存发展的环境基础和促进社会生产正常进行的保障^[1]。

早在 2005 年联合国环境规划署发布的《千年生态系统评估报告》中指出, 地球上近三分之二的自然资源已经消耗殆尽, 强调世界各国应积极参与到生态资源的可持续开发与治理之中^[2]。在欧盟第七个环境行动规划中, 也多次强调了世界各国关注并处理好全球资源开发与治理问题的关键性与重要性^[3]。

习近平总书记早在 2005 年任浙江省委书记时就提出“绿水青山就是金山银山”。对生态资源的开发与利用一直是我国高度重视的领域。历年来设立了多项生态资源开发与利用的改革方案, 从开发的总体目标、基本理念、重点任务、制度保障等方面进行全面系统的部署。开展了天然林保护、退耕还林还草、植树造林、水土保持等工程的建设。同时, 建立了一批不同类型的自然保护区、生态功能保护区。

然而, 生态资源的可持续开发与治理受管理水平、产业环境、开发成本、技术创新等多方面因素的影响。如何科学统筹上述因素进而给出生态资源开发系统设计和规划是当前该领域所重点考虑的问题。

1 生态资源开发现状及问题

作者简介: 刘永红, 博士, 教授, 博士研究生导师, 研究方向为生态设计、智能产品设计、设计协同创新。E-mail: liuyh@hnu.edu.cn
基金项目: 国家社会科学基金艺术学重大项目“中国设计智造协同创新模式研究”(20ZD09)

1.1 生态资源开发现状

生态资源开发早期追求生产资料的最大化，开发规划多取决于区域资源分布数量与质量条件。原有的生态资源开发模式并未综合考虑整体工业布局、开发地区的产业基础、现有技术的资源利用率、选址内外的运输条件等因素。且长期性的资源过度开发、不合理开发，造成了诸多地区出现产业结构差、资源利用率低、污染处理不及时等问题^[4]，直接引发臭氧层破坏、酸雨、土壤侵蚀、森林锐减、水污染、物种灭绝等生态环境破坏现状，导致了全球性的经济损失和人类生存环境的恶化。

现阶段，为维护生态资源的开发秩序，促进全球生态环境的可持续发展，采取了一系列的生态资源保护、治理与利用措施。

在资源保护方面，针对矿藏、水流、森林、山岭、草原、荒地、海域、滩涂等各类自然资源的保护制定了相关规划建议，避免过度开发、不合理开发导致的物种缺失、植被破坏、土地退化等问题^[5]。2018 年国家发展改革委等部门在《建立市场化、多元化生态保护补偿机制行动计划》中明确提出，2020 年将初步建立市场化、多元化生态保护补偿机制，且采取了如退耕还林、天然林保护、湿地保护以及清洁污染河流等环保工程，破除土壤酸碱化，降低污染气体排放等生态治理补偿措施^[6]。

在污染治理方面，对于空气中因生产开发可能产生的 $PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 等粉尘指标与 SO_2 、 NO_2 、CO 等大气指标进行检测，用以控制扬尘、挥发性有机物及其他有害气体的排放。此外，还对 pH 值、重金属量等水资源指标与生产过程中产生的废渣、废屑、尾矿等固体排废量给予重点关注及监测。对于重点污染产业要求彻底关停、转型发展、就地改造、域外搬迁等。同时给予长期在污染力度大的相关行业从业人员一定的身体检查、治疗补贴^[7-8]。

在资源利用方面，初步搭建数字化资源监控系统，增强资源开发的可控性、安全性与精准性。依据再生资源回收目录，通过技术手段创造污水过滤循环，并实现部分自然资源的循环利用。目前已将荒废的资源开发场地试验性地转化为生态公园、深坑酒店等。同时，优化调整物流运输结构，提升资源跨区调配效率^[9]。

1.2 生态资源开发问题

生态资源开发与治理是一个长期性且需要多方配合的过程。尽管现阶段开发与治理问题得到一定改善，但生态承载力和环境容量不足的问题依然存在，资源开发的问题解决上仍有很大的提升与完善空间。现阶段生态资源开发的问题主要体现在以下五个方面。

(1) 全局性、系统性不足。

目前仅对生产环节进行阶段性开发，部分生态工程的建设目标、建设内容和治理措施相对单一。一些开发项目还存在拼盘、拼凑问题，以及忽视水、土壤、光热等自然要素的影响，使得生态系统区域服务功能成效提升不明显，缺乏全局性、系统性的视角和规划^[10]。

(2) 区域功能转化及再利用程度低。

现有资源开发产业的功能区域在开发项目结束后多被闲置、荒废或直接拆除，并未将其纳入可利用的规划之中。因此，造成了土地资源及产业开发潜力的较大浪费与限制。

(3) 数字化、智能化程度有限。

信息化管理及应用有待进一步深入。对环境安全检测系统、数字化三维勘测建模系统、资源动态测量评估系统等关键性虚

拟信息服务平台和服务体系的建设有待规范化。缺乏对生态资源开发、保护和修复过程中的调查、监测、评价、预警等环节提供有力的数字化技术支撑。

(4) 缺乏人本关怀。

在现阶段开发过程中，对于人本体验的规划与设计考虑较少。在人机交互、工作条件、生产环境、地域影响等方面依旧有很大的提升空间。开发人员及当地居民，缺乏长期性的需求关注、引导与满足。

(5) 资源的可持续利用率低。

没有形成完整的资源再生综合利用体系。再生技术和资源改造水平有限，使得废弃物处理的产业化水平较低^[11]。隐藏资源开发率不高，大量潜在资源被浪费。

针对以上问题，基于重构理论，从时间、空间、资源维度出发，进行生态资源开发系统设计，有助于实现生态资源可持续开发利用，推动我国生态文明建设。

2 基于重构理念的生态资源开发主体框架

2.1 生态资源开发的重构理论

重构理论是指对组成事物或达到目的的内部相关要素进行重新构建的相关方法^[12]。现较多运用于计算机、建筑、美学等领域^[13]。在计算机领域，重构被定义为代码的重组，通过调整程序代码改善软件的质量、性能，使其程序的设计模式和架构更趋向合理，提高软件的扩展性和可维护性^[14]。在建筑领域，重构被作为一种对建筑的结构、功能与外观进行再设计、再建造的设计方法，以满足用户对建筑空间现实化需求的变更；在美学领域，重构是指一种创作形式，运用点、线、面、色彩、材质、声音等不同元素的特性进行艺术重组，达到具有艺术冲击力的多模态美学体验^[15]。

而生态资源系统设计的重构则是基于生态资源要素，通过设计方法和技术手段将原有的资源进行整合，并对其利用形式进行再设计的过程。生态资源重构系统设计遵循以人为本、因地制宜、全面规划、持续发展的原则，充分考虑自然、社会、技术、管理、经济等多方面因素，以宏观性、系统性的视角对生态资源的总体开发进行整合与调控，维持资源系统的良性循环并推动地域功能的价值提升，从根本上实现人与自然的和谐共生。

2.2 生态资源开发主体框架

根据生态资源开发的发展过程和资源要素，以资源-人-环境三者的和谐共生为核心，将生态资源系统设计的重构模式划分为时间重构、空间重构、资源重构三个基本维度^[16]。基于重构理论，对每一维度下的构成要素进行重新整合与再设计。生态资源系统设计主体框架如图1所示。

时间重构以资源开发的时间线为基础构成要素，将全生命周期的设计模式引入资源开发过程，从资源开发的前、中、后三个阶段指出具有系统性与延续性的重构设计时间域。空间重构以现实空间、虚拟空间、体验空间作为空间组成要素^[17]，分别指向于以空间功能布局、资源开发数字化技术、人本空间体验为基础的多元重构。资源重构是对生态显性与隐性资源进行循环利用与全面开发的双向重构设计。时间、空间、资源是生态资源开发过程中并列且互有关联的维度，在时间重构的每个阶段充分涵盖了现实空间布局、虚拟空间应用、体验空间设计以及资源的可持续利用。空间重构的各个环节则以全生命周期为规划与延展的条件，并与资源重构相互协调、相互发展。而在资源重构中，时间重构与空间重构是其重要的支撑手段。

3 生态资源重构开发内容

3.1 时间重构

时间重构以生态资源开发过程中的时间发展为流程，对生态资源开发全过程进行系统性与延续性的全生命周期重构设计。传统生态资源开发的侧重点落脚于施工、运营、加工、制造的生产阶段，缺乏全局性、前瞻性的视角和规划，把对全周期的规划和修复治理孤立开发过程之外，不利于推动可持续发展。产品开发生命周期设计包含设计制造阶段(调研分析、产品设计、加工制造)，销售使用阶段(包装运输、产品销售、产品使用)，售后维护阶段(售后服务、报废与回收处理的过程)，把全生命周期的设计理念引入到生态资源开发流程中，实现资源开发全面化、系统化^[18]。

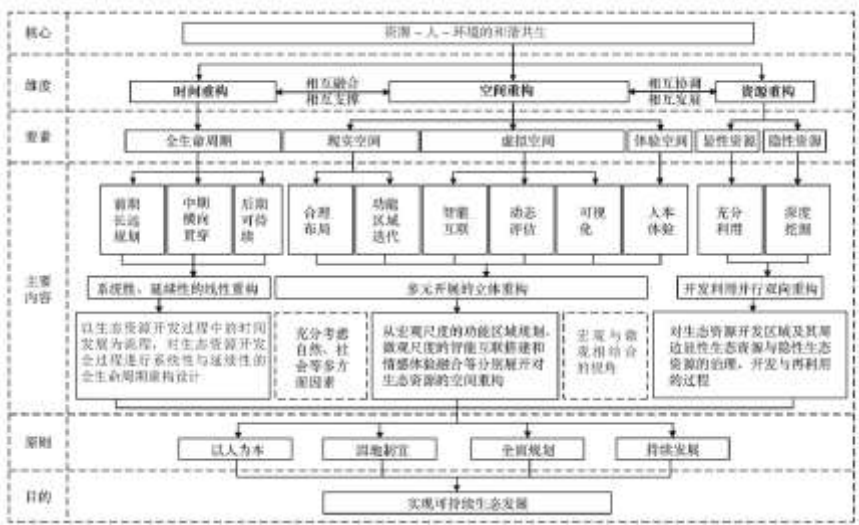


图 1 基于重构理念的生态资源系统设计主体框架

将生态资源的开发流程划分为开发前、开发中、开发后三个阶段，针对现有阶段式开发模式的不足，将智能化、自动化的理念贯穿于生态资源开发的总规设计中。指出在完整的生态资源开发周期中，包含以延续性、前瞻性为导向，规划、设计与可行性研究为主体的开发前期阶段；以系统性、全面性为导向，建设、安装、施工作业与生产运营为主体的开发中期阶段；以持续性、周期性为导向，复绿治理、资源整合和再利用为主体的开发后期阶段^[19]。时间重构开发框架如图 2 所示。

(1) 开发前期。

综合开发总体格局，对开发全周期从地域性景观、功能、文化等视角预先做出延续性、前瞻性的整体规划与设计。在生态资源开发利用之前，即完成生产开发后的环境重塑设计方案。结合开发后设计方案，优化开发实施方案及过程控制，在开发过程中充分考虑开发后的景观及功能，保留景观和功能重构所需的资源要素，确保开发后的恢复工作按开发前的设计实现。开发前完成生态资源开发过程中全阶段的设计方案，让生态资源采集、生产加工、采后重塑过程融为一体，使其成为一项有机结合的系统化工程体系。使生态资源开发从现有的阶段性规划，到完整的、系统性的开发规划设计。并在前期预先做好可行性研究，调节各个开发阶段的共性区域，对后期资源开发做出具有延续性的完整设计，以避免分段式开发造成的重复施工、烂尾施工与资源浪费^[20]。

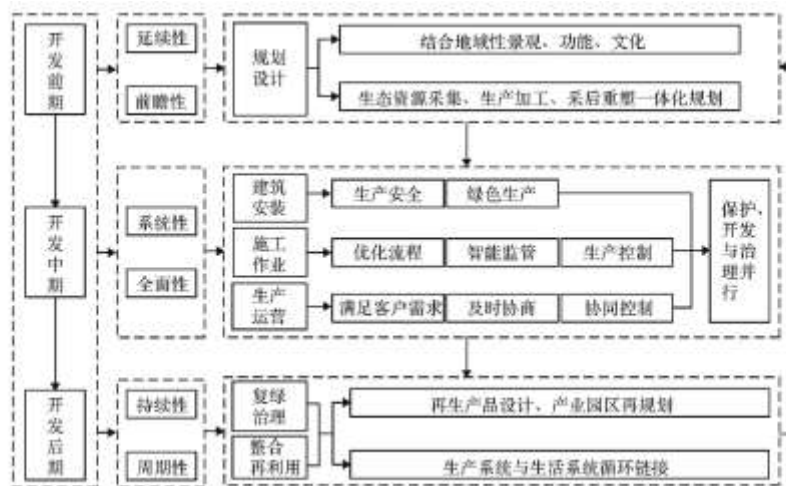


图 2 时间重构开发框架

(2) 开发中期。

将全生命周期理念贯穿开发中期阶段的全部流程，横向发挥其系统性、全面性的导向作用。摒弃生产开发中“先污染、后治理”的旧思路，转变为保护、开发与治理并行的新思路。建立全局性视角，全结构、多方面融入和开展设计工作，实现资源优势向产业优势的转化。在建设安装过程中，运用数据可视化设计、区域复绿工程设计，引导安全生产、绿色生产。在施工作业过程中，结合加工流程设计，做到优化过程、智能监管与产量控制。在生产运营中，运用协同创新设计、个性化系统设计，充分满足客户需求，做好及时线上协商、智能派单生产等工作，并对开采、销售、物流、生产系统进行协同控制。

(3) 开发后期。

充分推进资源开发持续性、周期性利用，实现生产系统与生活系统的循环链接。依据开发前期的综合规划进行实际调整与具体执行，充分调动地域其他产业发展活力，为开发当地注入新的可持续发展价值理念。利用后期修复维护过程中的废料、建筑材料，进行再生产品设计与产业园区再规划，实现资源的循环利用与零废开发。结合土地、景观、旅游资源，充分开展产业的延续再生，促进循环经济的发展^[21]。

3.2 空间重构

空间发展是生态资源开发的重要组成部分。开发过程中出现的开发不协调、资源粗放利用、环境品质持续下降等问题，表明生态资源开发利用空间布局存在不足。生态资源的空间重构可以从宏观尺度的功能区域规划、微观尺度的智能互联搭建和情感体验融合等视角分别展开。基于对空间概念的新解构，将生态资源的空间重构划分为对现实空间、虚拟空间、体验空间的重构。空间重构开发框架如图 3 所示。

现实空间指生态资源实体空间，是以区域功能为基本载体，为资源开发过程中的生产和生活提供场所和条件的环境设施。现实空间重构的根本是生态资源开发空间的合理布局以及功能区域的转化与迭代。首先，空间重构要求加强生态资源空间整合、优化产业功能空间布局、完善空间聚落规划，落实主体功能区战略，走合理分工、优化发展之路，形成优势互补的区域功能布局。其次，通过对生态资源开发过程进行空间功能迭代、空间结构重组与空间表面置换，结合生态资源开发产业战略发展需求，探究生态资源开发期间的功能转化规律，形成适应产业结构、回应周边环境与呼应前后功能的原则，促进工业功能用地转变为

生态农业、生态文旅用地。并以第二产业为功能基础，实现功能空间向第一产业、第三产业的转换延伸，推进三产联动发展，形成“一体两翼”的资源开发新模式。

虚拟空间是人们用现代化的信息技术对生态资源开发过程中真实世界进行的逻辑映射，其形式上是一个纯粹由数字信息构造的几何维度^[22]。在生态资源开发中，通过数字化转化技术，将生态资源现实数据在虚拟数字化空间内进行整合重构，实现全开发过程的协同化控制、智能化调度与可视化监测。虚拟空间的重构主要包含以监测监控层、数据运维层、决策应用层为整体构架的物联网智能互联；以及以动态评估为体现的大数据评估分析^[23]，以虚拟现实、三维立体建模为主体的数字可视化。

基于物联网技术，通过智能传感器对水体、粉尘、大气及噪音等生态资源开发过程中存在的地球物理多场数据信息进行同步采集。以有线或无线方式对传感终端进行组网，实现多场信息网络化分布式监测，建立影响生态资源开发、生产的相关数据监管系统，及时对生态资源开发过程所出现的环境问题进行预警。

根据目前生态资源开发中所暴露问题，结合生态、环保、经济、安全、社会等综合因素，通过层次分析法(AHP)确定生态资源开发评价项目、评价因子及权重。运用综合评价指数法、灰色关联度分析法、模糊评价法等数学系统方法建立生态资源开发动态评价模型。结合动态采集数据，进一步对不同生态资源开发的环保、安全、生态等指标通过自动化或人工合作的方式动态地给出评价，完成多维度的生态资源开发动态监控及参数化评价，从而实现鼓励先进示范，淘汰落后生产方式的生态资源开发管控。

利用数字化技术将生态资源开发数据可视化。将接入平台的数据信息进行智能处理，结合数据系统与实际需求进行数据可视化、功能可视化等不同阶段的可视化呈现。降低信息的读取与操作的学习成本，最大限度地避免误读取、误操作的发生。充分提高生态资源开发的自动化、智能化、信息化水平，实现高效、智能、安全生产^[24]。

体验空间指人的感受以及人与所处生态资源开发环境之间的交互，即人本体验空间^[25]。体验空间重构是围绕生态资源开发过程中的一切相关人员、具体事件、物质载体、表现情境、应用场景的关键要素，以各个开发阶段所涉及的设计、规划与服务为手段，重新构建人在感官、行为、情感之间转化的过程，从而达到以人性化的方式来维系人、资源、环境之间平衡的目的^[26]。其涉及人体工程学、设计学、环境学、生态学等多个研究领域，针对生态资源开发的工作条件、使用设备、操作流程以及对周边的辐射效应进行人性化的生态规划与设计。排除开发现场噪声、有害污染等不良影响因素，降低对自然环境、工作人员及周边居民身心健康所造成的影响。优化开发布局与人机交互，提升整体的安全性与效率性^[27]。

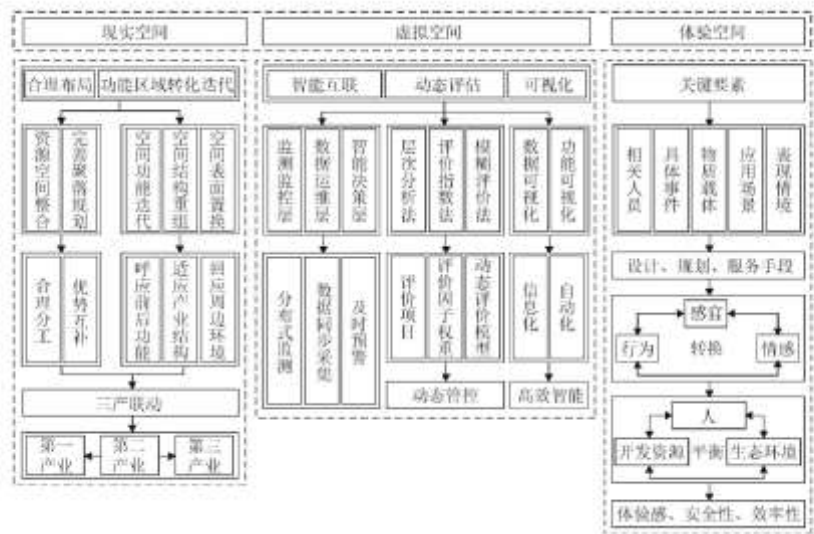


图 3 空间重构开发框架

3.3 资源重构

依据生态资源的呈现形式, 将其分为生态显性资源与生态隐性资源。生态显性资源是指可直接感知与开发的实体资源, 如水资源、空气资源、地质资源等。生态隐性资源则指隐藏在实体之下的不可直接感知且需要转化开发的虚拟资源, 包括信息、文旅、农业资源等^[28]。因此, 资源重构指对生态资源开发区域及其周边生态显性资源与生态隐性资源的治理、开发与再利用的过程。推进生态资源开发过程中对显性资源高效开发与废弃物转化, 同时对隐藏未开发资源的潜在挖掘和充分利用, 实现生态资源的可持续开发^[29]。资源重构开发框架如图 4 所示。

(1) 充分且循环利用生态显性资源, 实现资源的高效清洁利用与废弃物的无害化、减量化、资源化。在水资源利用中, 节约清洁水源, 并在开发全程针对污染废水进行水处理。采用沉淀, 絮凝, 压滤等技术方法, 保证处理后的水可再次进入生产开发系统, 转化为工业用水、灌溉用水等。使整个生产开发过程中, 全面循环用水, 降低清洁水源消耗, 实现废水零排放。

地质资源在加工后会生成可再生利用的尾料。应用技术手段充分提取并转化利用尾料本身或其中剩余可用成分。依据不同层级的筛选与转化, 其可用于建筑建造、工艺生产、材料回填等方面。

在资源开发与加工制造过程中, 会在空气中产生大量具有严重危害性的颗粒物。通过对其进行收集、加工与转化, 运用过滤、制粒等工艺技术, 进行无害化、资源化处理, 实现开发、生产与加工过程的零尘化、零害化与资源利用的最大化。

(2) 深度挖掘开发生态隐性资源, 促进资源开发的充分利用。信息资源的挖掘是将生态资源开发过程中的信息资源通过数据收集进行再利用的过程。在此过程中, 利用生产销售相关数据构建信息化管理运营系统, 推进生产系统与营销系统的联动, 实现多系统的便捷沟通, 形成客户订制的柔性化生产模式, 达到提升生产效率、节约生产成本的良性循环^[30]。

文旅资源的挖掘围绕整体开发中所涉及的区域文化特色, 进行文旅资源的综合开发。其中重点包括复绿景观工程与智慧旅游的融合开发与规划。在二者的融合开发过程中, 根据开发后的地形地貌特点, 科学规划复绿治理景观设计, 打造观光亮点。结合新型技术手段, 做到合理融合文化创意, 并依据当地历史、文化、气候、地质等条件建立起地域性复绿周期与旅游规划布局, 实现环境复绿与文化建设的同步开展的优化模式。形成文旅资源下信息、文化形态融合的体验创新方法, 促进多业态的融合与开发^[31]。

农业资源的挖掘则是根据生态资源开发场所的土壤地貌以及气候特征, 因地制宜地开发与建设农业用地。将资源开发过程中综合性、系统性的技术手段运用于农业生产全流程, 科学规划土地复垦, 改善农耕环境, 提升农产品生产加工效率。以此实现经济效益、社会效益与生态效益的同步增长和持续发展^[32]。

4 以矿山资源开发为例的生态资源重构理论应用

基于重构理论的生态资源系统设计正在湖南省怀化市芷江侗族自治县的石灰岩矿山进行实践应用。将石灰岩矿山资源的开发流程依据时间重构理论划分为开采前、开采中、开采后三个阶段。

在矿山开采前期, 结合怀化当地地形土壤条件, 以及文化风俗, 对开采形式、设备调用、厂区分布、管理服务、减尘减噪、复绿治理、产业转化等多项要素预先进行延续性、前瞻性、系统性的设计与规划。采前完成采后设计方案, 让整个矿山开采、生产加工、采后重塑过程融为一体, 使其成为一项有机结合系统化的工程体系。

在矿山开采中期，结合实际设计与相关技术手段进行建设、施工与生产的整体方案的实施，横向开展全面性的重构设计，实现矿山资源保护、开发与治理的同步发展。



图 4 资源重构开发框架

厂区建设安装期间，依据地域实情和功能分布将矿山开发中的采集区域与其他区域进行分离，将生产加工、办公休息、物流发送区设立到交通方便的地形平坦区域，通过运输廊道与采集区进行连接，如图 5 所示。同时，从人本角度出发打造矿山舒适高效的体验空间，对矿山开发期间的操作设备、通信设施、工作及居住环境等方面进行人性化、具体化的优化与设计，提升矿山开发期间的整体体验。在矿山机械和安全设备的设计过程中有效融入人机工程技术，降低工作人员的使用难度，提高使用的便捷度与安全度，避免复杂环境下的危险操作与误操作。

施工作业期间，建立生态矿山物联网数据中心平台，通过智能传感器对水体、粉尘、大气及噪音等矿山存在的地球物理多场数据信息进行同步采集。通过无线方式对传感终端进行组网，实现多场信息网络化分布式监测，建立对影响矿山生产环保的相关数据监管系统，及时对矿山所出现的环境问题进行预警和采取措施。通过智能化处理技术将接入平台的数据信息进行动态评估及可视化，建立怀化市生态数据监控平台，实现智能、高效、安全生产。

生产运营期间，充分利用废水、废气、废矿等矿山生产开发中的显性资源。将生产过程中产生的废水，引入水循环处理系统，除去污水中固体颗粒物，再次进入石灰岩生产系统，实现生产用水循环利用零排放。破碎与筛分过程均安装先进除尘设备，并采用喷淋降尘处理，厂区的所有扬尘点均设有喷雾或者袋式除尘器，实现生产过程粉尘零排放。生产过程中产生的固体废弃物经多段回收，通过微粉分选系统 (MPSS) 处理后，制成其他工业生产所需要的原材料，实现固体废弃物的有效利用。



图 5 矿山重构开发的空间布局

在开采后期，围绕矿山开发的周期性与持续性，针对矿山开发程度，做好矿山复绿治理和资源整合再利用工作。

根据矿山开发对环境影响评估，结合怀化亚热带季风气候的环境特点，合理配比种植，提高植被覆盖率，完成基于矿山地质特性的景观营造。同时根据地形特点及矿山景观，改建成以现代观光农业及休闲旅游业为主的第一、三产业基地。同时打造现代农业观光区、健康负氧离子森林区、山庄酒店休闲区、采矿工业博览区和登山体验区等。通过建立矿区文化形态融合下的体验创新方法，搭建文旅综合服务应用平台，并结合矿区地域、文化特征挖掘矿区旅游价值。

根据在矿山开采、生产、销售过程中数据收集情况，打造矿山信息化管理运营系统(MIS)，实现生产系统与营销系统联动，根据营销端信息输入，确定产品需量及供货时间，通过 MIS 系统传送给生产端，生产系统进行组织生产。利用矿山信息资源打造资源生产、资源呈现、用户参与、服务管理为一体的系统，最终实现了产销协同的客户订制柔性化生产(CDMIS)，提升了生产效率，节约了生产成本，实现全流程数字化与智能化。

5 结论

生态资源问题是维系整个人类社会的生存和发展的重要问题，对其进行合理规划与可持续开发是做好生态文明建设、促进经济转型、推进社会发展的重要一环。对此，本文在生态资源开发过程中引入了“重构”的概念，基于生态资源要素，通过设计方法与技术手段将原有的资源进行整合，并对其利用形式进行再设计。以宏观性、系统性的视角对生态资源的总体开发进行整合与调控，维持资源系统的良性循环与推动地域功能的价值提升。生态资源开发的重构设计为生态资源开发过程中系统性不足、转化利用率低、智能化程度有限、人本关怀欠缺、可持续性低等问题指出了具体的解决策略。同时也为实现生态资源的循环可持续开发提供了一种新的设计与规划思路，对推动我国生态文明的系统性建设以及从根本上实现人与自然和谐共生具有重要意义。

参考文献:

- [1]张文明, 张孝德. 生态资源资本化: 一个框架性阐述[J]. 改革, 2019(1): 122-131.
- [2]Anonymous. Environmental degradation and human well-being: Report of the millennium ecosystem assessment[J]. Population and Development Review, 2005, 31(2): 389-398.
- [3]刘学之, 王满晖, 智颖黎. 欧盟环境行动规划发展及对我国的启示[J]. 环境保护, 2017(20): 65-69.
- [4]姬海霞, 杜金梅. 督察视角下的生态环境治理问题分析及对策思考[J]. 环境保护, 2018(16): 45-47.
- [5]Tippett J, Handley J F, Ravetz J. Meeting the challenges of sustainable development: A conceptual appraisal of a new methodology for participatory ecological planning[J]. Progress in Planning, 2007, 67(1): 9-98.
- [6]Zhang H, Liu G, Wang J, et al. Policy and practice progress of watershed eco-compensation in China[J]. Chinese Geographical Science, 2007, 17(2): 179-185.
- [7]《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划(2021—2035 年)》[S]. 发改农经〔2020〕837 号.

-
- [8]张景华, 游杰. 西部地区生态资源开发补偿机制的构建[J]. 统计与决策, 2007(13): 120-121.
- [9]陈德敏. 中国可再生资源综合利用的战略思路与对策[J]. 中国软科学, 2003(8): 1-7.
- [10]中共中央国务院印发《生态文明体制改革总体方案》[J]. 再生资源与循环经济, 2015(10): 1-5, 8.
- [11]2019 年《中国生态环境状况公报》(摘录一)[J]. 环境保护, 2020(13): 57-59.
- [12]窦永香, 赵捧未. 敏捷信息系统重构中的模型化研究[J]. 情报学报, 2000(4): 391-396.
- [13]Simon F, Steinbruckner F, Lewerentz C. Metrics based refactoring[C]//IEEE. European Conference on Software Maintenance & Reengineering, 2001.
- [14]Fowler M. Refactoring: Improving the design of existing code[C]//Springer-Verlag. Xp Universe & First Agile Universe Conference on Extreme Programming & Agile Methods-xp/agile Universe, 2002.
- [15]黄仲山. 美学重构语境下图文关系的再思考[J]. 内蒙古社会科学(汉文版), 2012(3): 156-159.
- [16]邓万春. 时间、空间与社会理论重构的谱系[J]. 人文杂志, 2013(7): 114-119.
- [17]邓羽, 陈田, 刘盛和. 城市物质空间更新研究进展与展望[J]. 地理科学进展, 2017(5): 540-548.
- [18]Hricova B, Nakatova H, Badida M. Principles of design for the life-cycle[Z]. Annals of Daaam & Proceedings, 2011.
- [19]柯庆镐, 王辉, 宋守许, 等. 产品全生命周期主动再制造时域抉择方法[J]. 机械工程学报, 2017(11): 134-143.
- [20]Kota S, Chakrabarti A. ACLODS: A holistic framework for product life cycle design[J]. International Journal of Product Development, 2014, 19: 137-146.
- [21]Rodríguez C, Florido C, Jacob M. Circular economy contributions to the tourism sector: A critical literature review[J]. Sustainability, 2020, 12(11): 4338.
- [22]陈小勇. 关于虚拟空间的经济思考[J]. 社会科学战线, 2020(4): 76-83.
- [23]杨彪, 罗周全, 陆广, 等. 基于三维仿真和动态评估的露天矿采剥顺序优化[J]. 科技导报, 2011(8): 54-57.
- [24]Mei H H, Ma Y X, Wei Y T, et al. The design space of construction tools for information visualization: A survey[J]. Journal of Visual Languages & Computing, 2018, 44: 120-132.
- [25]左稀. 情感与认知——玛莎·纳斯鲍姆情感理论概述[J]. 道德与文明, 2013(5): 135-142.
- [26]高颖, 赵若轶. 服务设计视角下传统村落人文体验的“三全”设计策略研究[J]. 装饰, 2020(5): 97-99.

-
- [27]范公勤, 陈超. 基于 Kinect 的数字矿山用户体验研究[J]. 金属矿山, 2013(12): 85-89, 93.
- [28]肖广岭. 隐性知识、隐性认识和科学研究[J]. 自然辩证法研究, 1999(8): 18-21.
- [29]张进财. 绿色生态资源的规整性开发策略模型与算法求解[J]. 生态经济, 2021(1): 44-52.
- [30]朝乐门. 信息资源管理理论的继承与创新: 大数据与数据科学视角[J]. 中国图书馆学报, 2019(2): 26-42.
- [31]Huang G, Zhou W, Ali S. Spatial patterns and economic contributions of mining and tourism in biodiversity hotspots: A case study in China[J]. Ecological Economics, 2011, 70(8): 1492-1498.
- [32]梁流涛, 曲福田, 冯淑怡. 农村生态资源的生态服务价值评估及时空特征分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2011(7): 133-139.