

地貌生态耦合系统认知教学模式构建与实践 ——以天山天池高中地理研学为例

王豪童¹ 孙慧兰^{1*} 常娟²

1. 新疆师范大学; 2. 乌鲁木齐第八中学

摘要: 针对高中地理研学“地貌-生物要素整合形式化、系统认知碎片化”难题, 基于地球系统科学“地貌-生态”耦合思想, 结合系统论与建构主义理论, 提出“地貌生态耦合系统”(GECS)概念, 设计“双师协同、三阶认知、四维整合”教学模式。以天山天池研学活动为场域, 87名高一学生参与单组前后测设计, 运用概念图分析, 结果显示学生认知从“阴坡树多、阳坡草多”的要素罗列, 发展到“坡向-光照-土壤湿度-植被-反馈土壤”的机制阐释。该模式为解决研学“融而不合”问题提供可行框架, 其因果效应宜通过后续准实验验证。

关键词: 地貌生态耦合系统; 天山天池研学; 双师协同

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2026.01.162

引言

高中地理研学普遍存在“形式整合、认知割裂”的问题, 地理教师只讲地貌过程, 生物教师只讲植物适应性, 学生得到的是碎片化知识, 地貌与生态的相互作用机制并未真正厘清。《普通高中地理课程标准(2017年版2020年修订)》把“综合思维”定为核心素养^[1], 要求打破学科边界, 而真实地理问题需要多要素耦合的系统理解。学科教学强调知识边界, 教师缺少协同机制, 更缺能统摄两学科的中层概念。而且现有诸种研学实践都以课堂为基本场域, 未充分利用户外研学场景, 而户外场景是多要素交织的复杂系统, 是双师协同的天然场域。本研究聚焦此类核心问题: 如何将“地貌-生态”耦合思想转化为地理主导的户外研学可操作框架?

一、理论基础与核心概念

(一) 理论基础

地球系统科学中所开展的“地貌-生态”耦合研究^[2]有明确、扎实的多要素交互的学理基础, 但是其学术复杂性超出了教育教学的常规承载能力, 本文提出了四步转化机制: 内容筛选、层级重构、语言转化、目标转换, 且该机制属于方法论思路, 绝非经实验直接验证的理论模型。因此本文用GECS概念的教学相关性来间接论证其合理性。

(二) 核心概念

GECS指地貌过程与生态过程以物质循环、能量流动为基础形成的相互作用网络, 具有整体性、关联性、动态性三个基本特征。它不是地理和生物的简单叠加, 而是地理学“地貌-生态”耦合关系的教学转化。相比课

标中的自然地理环境整体性^[3], 两者层次明确: 整体性是一级理论, 属于宏观哲学概括, 缺少具体操作路径; GECS是二级理论, 能将三层认知结构及观测目标嵌入三阶教学路径。整体性告诉学生要素有联系, GECS告诉学生如何建立这种联系。

自然地理学中的生物地理过程可视为GECS的“生态”维度。植被作为地貌过程的响应者和反馈者, 本就是地理学自然地理环境整体性的传统议题。地理学的基本范式是“空间格局-环境梯度-人地关系”, 植被被视为景观要素; 而生物学范式是“结构-功能-适应”。因此, 在“阴阳坡植被分异”这类空间格局问题上, 地理范式天然占据主导地位, 更宜整合多要素相互作用的过程, 生物机制则以因果链环节的形式嵌入地理分析框架中。

(三) 理论框架

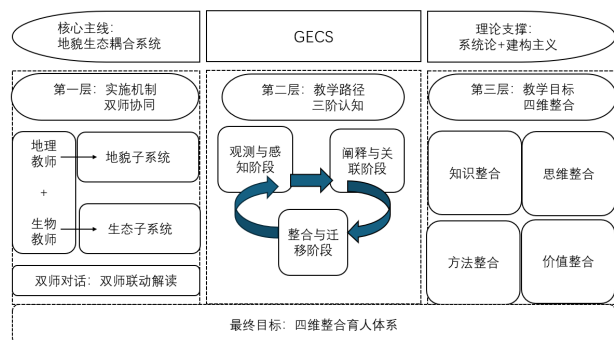
系统论认知操作的结构框架可以用“分解、关联、整合、动态化”四种方式来描述, 而建构主义给出了明确的建构路径^[4]: “具体经验-抽象表征-迁移应用”。因此, 二者融合时把系统论的四维结构直接嵌入建构主义的三阶路径, 使各阶段的认知操作都具有明确、可操作的结构目标。更重要的是, 系统思维培养本身有一个十分清楚的渐进过程: “识别要素-理解相互作用-预测系统行为”, 与三阶路径设计形成呼应, 也为学生避免把系统当作线性因果链来看待打下基础, 故而本研究顺理成章地提出了“反馈回路”教学目标。

二、GECS教学模式

(一) 操作框架

本模式以“双师协同-三阶认知-四维整合”为基

本架构（见下图），以真实研学情境为载体，以GECS为内容素材。地理教师主导研学全程，设计主线及问题链；生物教师在适当时机提供植物适应性机制的认知支撑。两位教师在行前对GECS做系统解构，实现跨学科功能互补。本模式从学生认知发展规律出发，将三阶路径划分为“观测与感知—阐释与关联—整合与迁移”，各阶段分别对应认知操作和地理核心素养。在四维教学目标上，实现“教—学—评”一致：观测阶段重知识与方法整合，阐释阶段重思维整合，整合阶段重价值整合。



GECS教学模式操作框架

（二）双师协同机制

研学中，学生观察阴阳坡植被分异后自然追问“云杉为何能在阴坡存活”，地理教师顺势推进坡向—水热—环境梯度主线，生物教师在适当时机介入，系统、有层次地讲解植物适应机制。

地理主导的双师协同在研学场景中具备可行性，本文由此延伸讨论两教师联合带队、行前联合教研的情形。协同教学研究已明确，成功的双师合作需满足三项条件：①明确的角色分工；②充分的课前协作；③及时的教学调整。

（四）四维整合

GECS教学模式以知识、思维、方法、价值四维整合为目标。在知识整合层面，帮助学生建立“环境梯度—生物适应—反馈作用”的网状图式，将坡向差异导致的光温水变化、云杉耐阴与锦鸡儿抗旱的适应机制以及锦鸡儿固氮改良土壤等串联为有机整体。思维整合层面，系统思维从四维度展开：以整体性视坡向—土壤—植

双师联合教研记录（节选）

时间：90分钟；参与者：地理教师G和生物教师E

G（地理）：由于本次研学主线定为“坡向—光照/温度/水分—植被分异”，因此本节课所要解决的问题是“为何云杉仅分布于阴坡”，宜从植物生理角度予以充分论证。

E（生物）：由于云杉是典型的耐阴树种，光补偿点很低，故弱光下净光合速率仍为正值。而阳坡光照极强、蒸腾旺盛，云杉气孔调节能力又不如阳坡灌木，因此很自然地用“云杉叶片结构适应阴湿环境以节省水分，阳坡蒸腾过强导致其水分供需失衡。”来表述。

G：由于要讨论锦鸡儿固氮作用的嵌入方式，因此整合阶段宜让学生画反馈回路。

E：由于锦鸡儿根系与根瘤菌共生能将大气氮固定成土壤氮，故有利于改良阳坡贫瘠土壤，因此学生测得阳坡土壤氮含量较高时，很自然地引出其反馈机制的讨论。

G：由于观测阶段任务卡上已经预设了“采集阳坡表层土样”的任务，故行前培训时自然要讲清“地理数据与生物线索同步记录”的方法。

（三）三阶认知路径

各环节的核心目标与实现过程可借系统思维维度梳理：先通过阴阳坡对比观测，采集地理与生物数据，建立“环境梯度—生物适应”因果链，再由地理教师分析环境梯度，生物教师解释适应机制，完成协同阐释。随后转入系统思维建构与迁移，在绘制认知图时标注反馈回路，最后以角色扮演分析新情境，落实层次性、动态性的人地协调观（如表1）。

表1 三阶认知路径

阶段	核心目标	实施过程	系统思维维度	地理核心素养
观测与感知	建立地貌—生态直观关联	阴阳坡对比观测，同步采集地理与生物数据	整体性	区域认知
阐释与关联	建立“环境梯度—生物适应”因果链	地理教师分析环境梯度，生物教师解读适应性机制	关联性	综合思维
整合与迁移	建构系统思维并实现迁移	绘制认知图，角色扮演分析新情境	层次性+动态性	人地协调观

被为不可分割系统，以关联性构建多环节因果链，以层次性区分坡向→小气候→植被→土壤的尺度嵌套。方法整合层面，通过阴阳坡对比观测、植被调查与认知图绘制，使学生掌握跨学科研究的规范流程。价值整合层面，在厘清植被分异规律与固氮反馈效应的基础上，引导学生认识自然系统的自我调节能力与脆弱性，进而形成层次性、动态性的人地协调观。

三、实践探索

（一）实践设计

本文采用单组前测一后测设计，属探索性研究，目的是考察GECS教学模式与学生系统认知变化的关系。研究在新疆天山天池阴阳坡进行，阴坡有云杉林，阳坡有锦鸡儿灌丛，环境梯度清楚，人为干扰少，是“地貌—生态”耦合观察的典型场域。被试为乌鲁木齐某中学高一两个班共87人（男44人，女43人），已完成先验知识学习，两班地理成绩无显著差异。研学总时长4小时，行前培训1课时，前后测间隔两周，前测后未给GECS相关反馈。

数据收集使用概念图、探究日志和听证会记录。量

化指标来自概念图评估框架：概念广度、关联意识、关联质量、系统层级、系统动态。

（二）实践结果

教学干预后各维度系统认知均呈正向变化（ $p<0.001$ ）。关联意识增长76.37%（ $d=2.33$ ），关联质量从58.8%升至77.8%，系统层级从2.51增至4.89，学生能建构“坡向—光照—土壤湿度—植被适应性—反馈作用”等多环节因果链。系统动态增幅突出，部分学生能识别“锦鸡儿固氮—土壤改良”等双向反馈机制。五维度呈现“先丰富、后关联、再深化、终系统”的递进模式，与三阶认知路径契合，支持模式可行性。

表2 学生系统认知结构前后测对比（N=87）

评估维度	前测（平均）	后测（平均）	p 值	相对变化幅度
概念广度	3.07	7.06	<0.001	129.97%
关联意识	4.02	7.09	<0.001	76.37%
关联质量	58.8%	77.8%	<0.001	32.31%
系统层级	2.51	4.89	<0.001	94.82%
系统动态	1.00	3.00	<0.001	200%

质性分析显示，学生认知表述从前测的要素罗列转向后测的机制阐释。后测中不少学生能写出完整的因果链。按概念图评分标准，41.4%的学生达到“机制阐释”层级，87.4%达到“线性因果”及以上层级，认知结构从“要素罗列”向“机制阐释”质变。

（三）讨论

单组设计虽难严格推断因果，但变化趋势、不同步增长及大效应量（ $d>0.8$ ）均指向GECS模式有效；学生从罗列要素转向机制阐释的质变，已非机械练习所能解释。反馈回路识别增幅达200%，34.5%的学生能迁移框架至新情境，理解显然超越记忆层面。三阶路径逻辑自洽：观测关联、阐释梯度与适应、整合因果与反馈。

双师协同依托研学方能实施，常规课堂受课时与合作意愿所限，“地理教师+知识卡”的替代效果及长期迁移仍需追踪。四步转化机制虽有间接支持，但41.4%的机制说明达成率意味着近半数学生未能充分建构中层概念，各步骤独立贡献有待解构。本文仅作参考。

结语

针对高中地理研学中“地貌—生物要素整合形式

化、系统认知碎片化”困境，提出地理主导的GECS教学模式及“双师协同、三阶认知、四维整合”框架。天山天池案例验证可行：41.4%学生达机制阐释层级，87.4%达线性因果及以上，认知从孤立要素转向机制解释。主要贡献是为破解“形式整合、实质割裂”提供可操作路径，四步转化机制为学术概念教学化改造提供思路。下一步宜用准实验设计检验因果效应。

参考文献

[1] 中华人民共和国教育部. 普通高中地理课程标准（2017年版2020年修订）[S]. 北京：人民教育出版社，2020.

[2] 周启维, 李倩, 秦春荣, 等. 仁怀市景观格局与景观生态风险特征评价[J]. 山地农业生物学报, 2023, 42(06): 32-40.

[3] 冯霞. 基于大概念的高中地理单元教学设计——以“自然环境的整体性与差异性”为例[J]. 中学地理教学参考, 2022(10): 15-18+21.

[4] 陈熹. 教学评价中量化标准与质性认定的平衡问题[J]. 社会科学家, 2025(06): 25-33.