

DOI: 10.20103/j.stxb.202401170143

张成虎, 刘菊, 苏宏新, 廖南燕, 陈明煜. 自然保护区农户生态系统服务依赖度及其影响因素——基于形成型指标的结构方程模型分析. 生态学报, 2024, 44(17): 7417-7430.

Zhang C H, Liu J, Su H X, Liao N Y, Chen M Y. Farmers' dependency index of ecosystem services and influencing factors in nature reserves based on the Structural Equation Model with formative indicators. Acta Ecologica Sinica, 2024, 44(17): 7417-7430.

自然保护区农户生态系统服务依赖度及其影响因素 ——基于形成型指标的结构方程模型分析

张成虎¹, 刘菊^{1,*}, 苏宏新¹, 廖南燕², 陈明煜¹

1 南宁师范大学 北部湾环境演变与资源利用教育部重点实验室/广西地表过程与智能模拟重点实验室, 南宁 530001

2 广西壮族自治区防城金花茶国家级自然保护区管理中心, 防城港 538021

摘要:厘清农户生态系统服务依赖度(DIES)并分析不同因素对农户 DIES 的影响机理可为协调自然保护区保护与社区发展之间的关系提供参考和借鉴,对推进乡村振兴,促进自然保护区可持续发展意义重大。以广西防城金花茶国家级自然保护区(简称金花茶保护区)为例,基于 323 份农户问卷数据,对比距离自然保护区不同位置以及不同生计策略类型的农户 DIES 差异,使用 SmartPLS 3.0 构建形成型指标结构方程模型分析自然资源禀赋、农户家庭特征、地理位置以及自然保护区建立等影响因素直接或者通过生计策略这一中介变量间接对农户 DIES 的影响机理。结果表明:(1)金花茶保护区周边农户 DIES 平均值为 0.326,处于较低水平,农户主要依赖于生态系统供给服务,对调节服务和文化服务依赖较低。(2)距离自然保护区不同位置和生计策略类型显著影响农户 DIES,金花茶保护区内、附近、保护区外农户 DIES 平均值分别为 0.404、0.330 和 0.294,保护区内农户 DIES 平均值显著高于自然保护区外农户;纯农户、兼业户和非农户 DIES 平均值分别为 0.593、0.366 和 0.151,三者之间差异显著。(3)对农户 DIES 影响程度由大到小依次是生计策略类型、家庭特征、自然资源禀赋和自然保护区建立,总效应分别为 -0.564、-0.305、0.235 和 0.135,其中家庭特征对农户 DIES 仅有间接影响,即通过“家庭特征→生计策略→DIES”这条路径产生,自然资源禀赋对农户 DIES 既有直接影响又有间接影响,自然保护区建立对农户 DIES 仅有直接影响,而地理位置对农户 DIES 的影响不显著。基于此,提出兼业化和非农化生计转变是改善农户生活且降低其 DIES 的有效途径;调整农户 DIES 结构,鼓励农户从高度依赖供给服务转变为供给服务、调节服务和文化服务组合依赖;或以不损害生态系统的方式获取供给服务,更有利于自然保护区与社区的协调发展。

关键词:生态系统服务;依赖度;结构方程模型;形成型指标;生计策略

Farmers' dependency index of ecosystem services and influencing factors in nature reserves based on the Structural Equation Model with formative indicators

ZHANG Chenghu¹, LIU Ju^{1,*}, SU Hongxin¹, LIAO Nanyan², CHEN Mingyu¹

1 Key Laboratory of Environment Change and Resources Use in Beibu Gulf (Ministry of Education), Key Laboratory of Earth Surface Process and Intelligent Simulation, Nanning Normal University, Nanning 530001, China

2 Guangxi Fangcheng Golden Camellia National Nature Reserve Management Center, Fangchenggang 538021, China

Abstract: Clarifying the farmers' dependency index of ecosystem services (DIES) and analyzing the impact mechanism of different factors on farmers' DIES can provide reference for coordinating the relationship between nature reserve protection and community development. It is of great practical significance to implement the rural revitalization strategy and promote

基金项目:国家自然科学基金项目(42201334);广西高校中青年骨干教师科研基础能力提升项目(2022KY0388);北部湾环境演变与资源利用教育部重点实验室开放或系统基金(NNNU-KLOP-X2206)

收稿日期:2024-01-17; **网络出版日期:**2024-06-26

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: liuju@nnnu.edu.cn

the sustainable development of nature reserves. Taking Guangxi Fangcheng Golden Camellia National Nature Reserve as an example, based on 323 household survey data, the farmers' DIES in different locations from the nature reserve and different livelihood strategy types were compared. Finally, SmartPLS 3.0 was used to construct a Structural Equation Model with formative indicators to analyze the impact mechanism of factors such as natural resource endowment, family characteristics, geographical location and establishment of nature reserves on farmers' DIES directly or indirectly through the mediator variable of livelihood strategy. The results showed as follows: (1) The average DIES of farmers in Guangxi Fangcheng Golden Camellia National Nature Reserve was 0.326, which was at a low level. The local farmers mainly relied on the ecosystem provisioning services, and were less dependent on regulating services and cultural services. (2) Different locations from nature reserves and livelihood strategies types significantly affected the farmers' DIES. The average DIES of farmers in, near and outside the nature reserve were 0.404, 0.330 and 0.294, respectively. The average DIES of farmers in the nature reserve was significantly higher than that of farmers outside the nature reserve. The average DIES of pure farmers, concurrent households and non-agricultural households were 0.593, 0.366 and 0.151, respectively, and there were significant differences among them. (3) The degree of influence on farmer DIES in descending order was livelihood strategy type, family characteristics, natural resource endowment and establishment of nature reserves, with total effect of -0.564, -0.305, 0.235 and 0.135, respectively. Among them, family characteristics only had indirect effects on farmers' DIES through the mediating effect of the path of family characteristics \rightarrow livelihood strategies \rightarrow DIES, natural resource endowment had both direct and indirect effects on farmers' DIES, and establishment of nature reserves only had direct effects on farmers' DIES, while geographical location had no significant effect on farmers' DIES. Based on these findings, encouraging farmers to develop by-businesses and non-agricultural livelihood transformation are effective ways to improve farmers' life and reduce their DIES. Adjusting the farmers' DIES structure and encouraging farmers to change from a high dependence on provisioning services to a combination dependence on provisioning services, regulating services and cultural services; or to extract provisioning services in ways that do not harm the ecosystem is more conducive to the coordinated development of nature reserve and community.

Key Words: ecosystem services; dependence; Structural Equation Model; formative indicator; livelihood strategies

自然保护区是保护自然资源/环境/生态系统的重要手段之一,其产生的生态效应已得到普遍认可^[1-2],但其产生的社会经济效应仍存在争议,自然保护区的建立对其周边农户的生计产生了不同程度的影响,农户的生计策略又影响了自然保护区管理成效。大多数研究表明自然保护区保护与社区发展之间存在权衡关系^[2],但也有研究发现通过生态补偿、生态旅游以及制定可持续发展政策等渠道可以实现双赢的目标^[3]。协调自然保护区保护与社区发展之间的关系是政府与学术界靶向聚焦的关键问题,也是实现自然保护区可持续发展的重要环节^[4-6]。自然保护区管制政策与周边农户的自然资源利用行为之间的矛盾是自然保护区保护与社区发展最常见的冲突类型^[5],因此,厘清农户对自然资源/环境/生态系统的依赖程度并分析不同因素对该依赖程度的影响机理,是协调自然保护区保护与社区发展之间关系的核心^[7-8],对推进乡村振兴,促进自然保护区可持续发展意义重大。

如何量化农户对自然资源/环境/生态系统的依赖程度呢?国内外学者已经开展了较多研究,具体方法可分为以下几种:①部分学者主要从家庭收入、食物供给和能源消费3个方面测度农户对自然资源/环境/生态系统的依赖程度^[9-11],即分别计算农户利用自然资源带来的收入(种植业、养殖业、林业和采集业等)占家庭总收入的比例、家庭食物自给金额占家庭全年食物总支出的比例,以及家庭能源消费中薪柴消费所占的比例。例如熊鹰等^[11]在湖南省慈利县的研究表明农户在收入来源、食物自给和生活用能3个方面的自然资源依赖度分别为48.8%、54.6%和38.9%。②部分学者通过计算环境收入占家庭总收入的比例来反映农户对自然资源/环境/生态系统的依赖程度^[12-15],但各研究中对环境收入的界定存在差异。③部分学者使用生态系统服

务依赖度(DIES)量化农户对生态系统服务的依赖程度^[16],即通过农户从生态系统服务中获得的净收益与农户从生态系统服务和其他社会经济活动中获得的净收益之和的比值来衡量农户对生态系统服务的依赖程度。DIES 为定量研究农户对生态系统的依赖提供了有效方法^[17],为定量分析生态系统服务和人类福祉的关系提供了新途径,已经被应用到乡村振兴视角下^[17]、不同农地整治模式^[18]、易地搬迁^[19]、孟加拉国南部湿地地区^[20]、湖北省江汉平原和武陵山区^[21]、山东长岛海洋保护区^[22]等研究中,DIES 研究逐渐成为地理学、生态学等学科关注的热点问题。

不同农户的 DIES 存在差异,主要受到自然资源禀赋、家庭特征、生计策略、地理位置、政策制度(本文中为自然保护区建立)、区域发展水平和环境变量等多因素影响^[7,9-10,17,19],各类因素对 DIES 的影响效应并不一致,分析不同因素对农户 DIES 的影响机理是理解农户 DIES 差异的关键。对于自然保护区而言,周边农户的生计策略既影响农户生计和福祉水平,又影响自然保护区的保护成效和可持续发展,农户依托各种生计活动来利用生态系统服务以维持和提高自身福祉^[16,23],其选择的生计策略又决定了自然资源利用方式和对生态系统的干预强度^[21],可能会促进生态系统保育,也有可能因过度依赖生态系统服务,造成生态环境严重退化,从而又严重威胁农户福祉^[10,24]。因此,自然保护区农户 DIES 研究中更需要重点考虑自然保护区建立和农户生计策略两个方面。此外,已有研究大多根据具体数据的属性和特征,使用基于 Probit 的比例结果回归模型^[7]、Heckman 古典选择模型^[9]、有序多分类 Logistics 回归模型^[10]、多层次模型^[17]、多元线性回归模型^[19,22]、Tobit 回归模型^[25]等来实证分析上述多种因素对农户生态系统服务依赖度的影响,但总体思路都是研究直接影响,然而根据可持续生计理论^[26],不同因素还可能通过影响生计策略间接对农户 DIES 产生影响(即存在中介作用),结构方程模型中路径分析可以探讨中介作用,为深入分析不同因素对农户 DIES 的影响机理提供方法支撑。鉴于此,本文以广西防城金花茶国家级自然保护区为例,重点对比距离保护区不同位置和不同生计策略类型的农户 DIES 差异,使用 SmartPLS 3.0 构建形成型指标结构方程模型分析自然资源禀赋、家庭特征、地理位置和自然保护区建立等影响因素直接或者通过生计策略这一中介变量间接对农户 DIES 的影响机理,进而提出保护生态和改善农户生计建议,以期协调自然保护区保护与社区发展关系提供科学依据和参考。

1 理论分析与研究假设

本文主要参考农户可持续生计理论^[24],综合生态系统服务依赖度影响因素已有研究以及研究区实际情况进行理论分析,认为影响研究区农户 DIES 的因素主要包括自然资源禀赋、家庭特征、生计策略、地理位置和自然保护区建立等方面^[7,9-10,17,19,25],由于研究区仅涉及防城区 4 个乡镇,难以体现区域发展水平和环境变量的差异,故本文暂未讨论这 2 方面因素对农户 DIES 的影响。本文构建基于可持续生计框架的自然保护区周边农户 DIES 的影响机理模型(图 1,受研究思路与数据限制,图中虚线部分旨在补充说明分析框架的完整性,不作为具体变量纳入分析):自然保护区周边农户在脆弱性背景中谋生,农户拥有的生计资本状况以及其他因素决定了其选择合适的生计策略,以实现有利于可持续的生计结果(提升农户福祉和降低农户生态系统服务依赖度),生计结果又反作用于政策制度和脆弱性背景。在此理论框架下,本文使用结构方程模型深入探讨不同因素对农户 DIES 的直接影响和间接影响。

1.1 生计策略对农户 DIES 的影响

生计策略体现了农户根据自身情况所作出的从事不同生计活动的行为策略^[26-27],生计活动分为农业活动(如耕地种植、林地种植和养殖等)和非农活动(如务工、经商、企事业单位工作等)。根据农户从事的生计活动和非农收入占家庭生产性总收入(包括经营性收入和工资性收入)的比例为依据^[28-29],将农户分为纯农户,兼业户和非农户 3 种生计策略类型。纯农户主要从事农业活动,其农业收入占家庭生产性总收入 90%以上;兼业户农业活动与非农活动并存,农业收入占家庭生产性总收入 10%—90%之间;非农户主要从事非农活动,农业收入占家庭生产性总收入 10%以内。理论上农户从事的非农活动越多,农业收入占家庭生产性总收入的比例越低,将

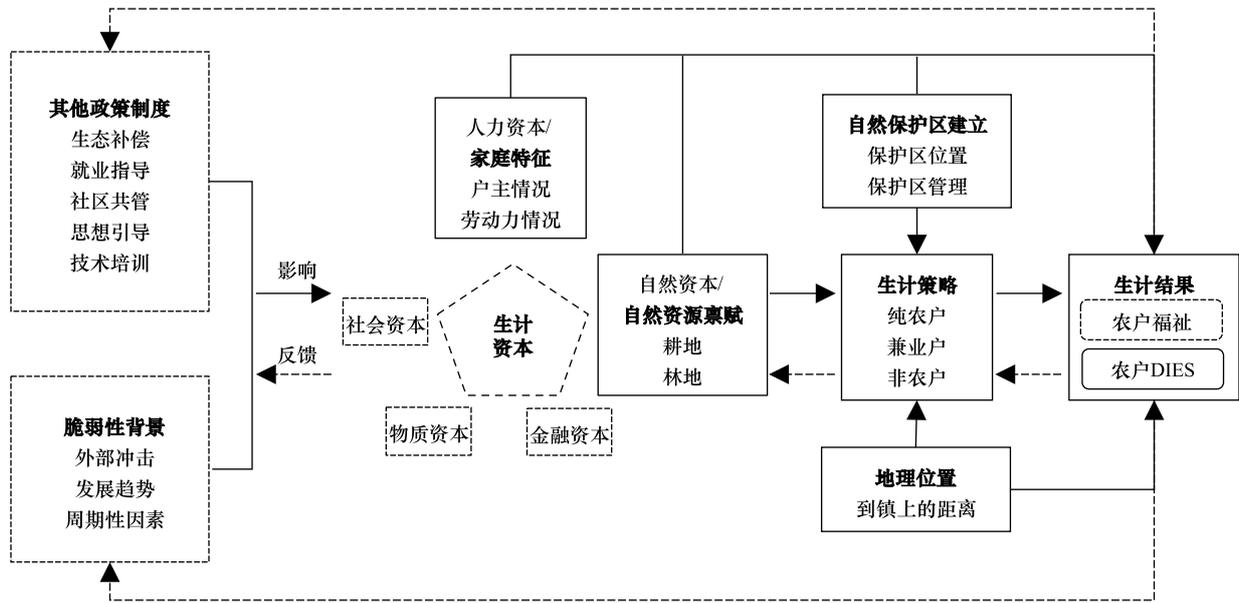


图 1 基于可持续生计框架的自然保护区周边农户 DIES 的影响机理模型

Fig.1 Impact mechanism of farmers' DIES around nature reserves based on sustainable livelihood framework

DIES:生态系统服务依赖度 Dependency index of ecosystem services

减少农户对生态系统的干扰与依赖,其从生态系统中获得收益的机会越低,其 DIES 也越低^[30]。

1.2 自然资源禀赋对农户 DIES 的影响

自然资源禀赋主要包括家庭人均耕地面积和人均林地面积,农户拥有的人均耕地和人均林地等自然资源数量越多,农户从生态系统中获得供给服务、调节服务的机会越大,预期其对农户 DIES 具有直接正向影响^[7,19]。此外,农户自然资源禀赋越高,越倾向于选择纯农户作为生计策略^[28],进而对农户 DIES 产生间接正向影响。

1.3 家庭特征对农户 DIES 的影响

家庭特征主要包括户主年龄、劳动力数量、外出务工比重、劳动力平均受教育程度。其中,外出务工比重和劳动力平均受教育程度越高,则表明家庭劳动力质量越好,越有可能从事与生态系统服务无关的非农活动,预期其对农户 DIES 具有负向影响;户主年龄越高,劳动能力降低,导致其生计更加依赖生态系统服务,从而提高农户 DIES^[7,9-10,17];劳动力数量对 DIES 的影响不确定,主要取决于其选择的生计活动是否与生态系统服务有关^[9]。综上,家庭特征既直接影响农户 DIES,又通过生计策略间接影响农户 DIES,具体影响方向不确定。

1.4 地理位置对农户 DIES 的影响

地理位置主要考虑农户家到乡镇的距离,一方面农户家距离乡镇越近,其交通条件越便利,距离市场越近,为劳动力提供了更多的非农就业机会,对农户 DIES 产生负向影响^[17,19,25];另一方面农户家距离乡镇越近,能帮助其及时获取外界信息,农产品销售越容易,降低农产品的交易成本,提高其创收能力^[31],反而增加其农业生产活动,即增加生态系统供给服务依赖,进而提高农户 DIES。综上,地理位置既直接影响农户 DIES,又通过生计策略间接影响农户 DIES,具体影响方向不确定。

1.5 自然保护区建立对农户 DIES 的影响

自然保护区建立主要考虑距离自然保护区位置和参与自然保护区管理 2 方面。农户距离自然保护区位置主要分为保护区内、保护区附近、保护区外 3 种,如果居住在自然保护区内部和附近,一方面可能由于资源利用受到相关政策的限制,如禁止开垦,采药,狩猎,禁止在自然保护区的缓冲区开展旅游和生产经营活动等而降低 DIES,另一方面又因为距离城镇较远,非农活动减少或者因自然保护区自然资源丰富,可利用的生态

系统供给、调节和文化服务增加而提高 DIES;农户更容易获取薪材、非木材林产品等环境物品,增加其生态系统供给服务依赖;农户拥有更多的林地资源,通过参加公益林政策等而提高其生态系统调节服务依赖;因为环境优美,从事农业娱乐和旅游业的可能性增加,获得更多的生态系统文化服务^[25]。可见,距离自然保护区位置对农户 DIES 的影响方向不确定^[7]。参与自然保护区管理主要考虑农户是否参与自然保护区日常管理、技术培训和社区发展项目等活动,通常认为农户积极参与自然保护区管理,能够提高其生态环境保护意识,更加遵守自然保护区相关管理制度,通过发展替代生计,提升其从事非农活动的的能力,从而降低其 DIES^[7,9]。综上,自然保护区建立既直接影响农户 DIES,又通过生计策略间接影响农户 DIES,具体影响方向不确定。

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源

广西防城金花茶国家级自然保护区(108°02'02"—108°12'52"E,21°43'52"—21°49'39"N)位于广西防城港市防城区境内,总面积为 9098.60 hm²。该保护区社区包括防城区 1 个县,那梭、华石、大垌和扶隆 4 个乡镇,涵盖 14 个行政村以及小峰经济作物场、华石林场和那梭农场,共涉及 84 个村民小组与 1 个生产队。2020 年,周边 14 个村共有农户 7852 户,总人口为 37197 人,人口密度为 171 人/km²,汉族占 56.13%、壮族占 36.45%。

调研于 2021 年 1 月、7 月以及 2022 年 7 月开展,采用多级分层随机抽样(按照村民小组、农户两级)选取农户进行入户问卷调查,调查对象为户主或其配偶,问卷数据主要为 2020 年全年实际情况。问卷内容主要包括受访对象个体及家庭特征、生计活动及家庭收支情况等,每户问卷访谈完成时间约 1 小时。共获得问卷 334 份,对问卷进行查错和校验之后获得有效问卷 323 份(323 户农户,共涉及 1558 人),问卷有效率为 96.71%。调查样本占周边 14 个村总农户数的比例为 4.11%,且覆盖了该保护区周边全部村庄,能较好地反映研究区农户的普遍情况。经分析汇总可得,受访对象以男性为主(234 人),占总样本的 72.45%,年龄层次主要分布在 40—60 岁(165 人),占总样本的 51.08%,学历集中在小学和初中(250 人),占总样本的 77.40%,家庭年收入多集中在 2—6 万元(149 人),占总样本的 46.13%,属于保护区社区农户 185 户(保护区内 49 户,保护区附近 136 户),占总样本的 57.28%。

2.2 研究方法

2.2.1 模型设定

结构方程模型主要用于分析不能直接观测的潜变量之间的结构或关系,可以对多个因子之间的逻辑关系进行模拟^[32-35],例如本文中的自然资源禀赋、家庭特征、自然保护区建立等,都无法直接用一个变量准确地量化,需要通过一些可直接观测的变量来间接地测量。结构方程模型包含测量模型(外部模型)和结构模型(内部模型),能够同时揭示潜变量和测量变量与被解释变量的关系。结构方程模型通常有反映型指标模型与形成型指标模型两种类型,形成型指标模型判定标准^[36-37]如下:测量变量体现了潜变量的特征;潜变量会因测量变量的变化而不同;潜变量的变化不会导致测量变量的变化;测量变量之间不要求相关;减少一个测量变量可能会改变潜变量的内涵。如本文中农户自然资源禀赋是由人均耕地面积和人均林地面积等所形成,人均耕地面积减少会对自然资源禀赋有影响,但是自然资源禀赋降低不见得就是耕地面积减少。形成型指标模型的测量变量是作为一个组合,共同决定潜变量的概念内涵^[37]。参考上述标准,以及已有相关研究案例^[32-35],本文所界定的测量指标与潜变量的关系适用于形成型测量模型。

结构模型可揭示潜变量之间的因果关系,其公式为:

$$\eta = \alpha + \Gamma\xi + \zeta \quad (1)$$

式中, η 为内生潜变量,对应本文中的生计策略或农户 DIES; ξ 为外生潜变量,对应本文中的自然资源禀赋、家庭特征、地理位置和自然保护区建立。 α 是常数项, Γ 是路径系数, ζ 是残差向量。

测量模型可揭示潜变量与各测量变量之间的关系,具体公式为:

$$\eta = \Pi_y y + \delta_y \quad (2)$$

$$\xi = \Pi_x x + \delta_x \quad (3)$$

式中, y 代表内生潜变量 η 的测量变量, 如本文中使用生计策略类型作为生计策略的测量变量; x 代表外生潜变量 ξ 的测量变量, 如本文中使用人均耕地面积和人均林地面积作为农户自然资源禀赋的测量变量; Π 为多元回归系数矩阵, δ 是回归残差项。

本文使用基于偏最小二乘技术的 SmartPLS 3.0 软件进行结构方程模型参数估计, 主要因为形成型指标模型无法通过基于协方差理论的 AMOS 等软件进行运算, 更重要的是形成型指标模型可以直接计算出各测量变量的权重, 避免了主观赋权对各潜变量估算产生的偏差^[32,34,38]。同时, 偏最小二乘结构方程不要求测量变量的样本符合正态分布, 允许更多的自由度, 也更适合于小样本^[33,35,38]。

2.2.2 变量选择

(1) 农户生态系统服务依赖度测算

参考已有研究^[16,18-19], 计算 DIES 总指数和 3 项子指数。DIES 总指数指农户从生态系统中获得的净收益与从生态系统和其他社会经济活动中获得的净收益之和的绝对值的比值; 3 项子指数分别为供给服务依赖度、调节服务依赖度和文化服务依赖度(为避免重复计算, 生态系统支持服务未纳入体系)。具体计算公式如下:

$$DIES_i = \frac{ENB_i}{|\sum_{i=1}^3 ENB_i + SNB|} \quad (4)$$

$$DIES = \sum_{i=1}^3 DIES_i \quad (5)$$

式中, i 为生态系统服务种类; $DIES_i$ 为农户对第 i 类生态系统服务依赖的子指数; ENB_i 为农户从第 i 类生态系统服务中获得的净收益; SNB 为农户从其他社会经济系统活动中获得的净收益; $DIES$ 为农户生态系统服务依赖度总指数。DIES 总指数和子指数的最大值为 1, 在正值区间, 其值越高则说明农户对生态系统服务的依赖程度越高^[16]。

计算 DIES 需要划分农户家庭净收益的种类, 并明确其所属的生态系统服务类型(表 1)。农户家庭收入包括现金收入和实物收入(如农户自给自足的粮食、蔬菜、牲畜等), 现金收入以实际调查结果为准, 实物收入和避免成本需根据市场价格法进行估算。

表 1 基于生态系统服务类型的农户家庭净收益和避免成本分类

Table 1 Detailed classification of household net income and avoided costs by type of related ecosystem services

收入来源 Revenue sources	分类 Categories	条目 Entries	生态系统服务类型 Ecosystem services types
经营性收入 Operating income	种植业收入	水稻、玉米、花生、红薯、甘蔗、木薯、蔬菜、其他作物	供给服务
	养殖业收入	猪、牛、鱼类、蜜蜂、家禽和蛋类、其他动物	供给服务
	林业收入	八角、玉桂、松脂、其他非木材林产品	供给服务
	其他农业经营收入	其他农业经营	供给服务
工资性收入 Wages income	非农经营收入	生态旅游、交通运输、餐饮住宿、其他小本生意	文化服务或不相关
	—	工资和奖金、本地务工收入、外地务工收入	不相关
财产性收入 Property income	土地和房屋租金	土地和房屋租金	文化服务或不相关
	其他财产收入	利息收入、其他出租、征地补偿	不相关
转移性收入 Transfer income	亲友赠送收入	亲友赠送收入	不相关
	子女赡养收入	子女赡养收入	不相关
	生态补偿收入	农业补贴、生态公益林补贴	调节服务
避免成本 Avoided costs	社会保障收入	养老金、低保、扶贫、其他补贴	不相关
	—	薪柴收集	供给服务

(2) 农户生态系统服务依赖度影响因素

根据上述理论分析与研究假设、相关研究成果^[7,9-10,17,19,25]和实地调研情况,本文主要从自然资源禀赋、家庭特征、生计策略、地理位置和自然保护区建立 5 方面选取农户 DIES 的影响因素,其定义与描述性统计见表 2。

表 2 影响因素变量定义与描述性统计
Table 2 Definition and descriptive statistics of influencing factors

影响因素 Factors	变量 Variables	赋值说明 Assignment descriptions	平均值 Mean	标准差 Standard deviation
自然资源禀赋 Natural resource endowment	人均耕地面积/(hm ² /人)	人均耕地总面积	0.07	0.10
	人均林地面积/(hm ² /人)	人均林地总面积	0.32	0.66
家庭特征 Family characteristics	户主年龄/岁	户主实际年龄	57.30	12.06
	劳动力数量	18—60 岁且有劳动能力的人数	2.73	1.45
	外出务工比重	常年外出务工(>6 个月)的劳动力人数/劳动力数量	0.23	0.29
	劳动力平均受教育程度	高中及以上、初中、小学和无分别取值 3、2、1 和 0;将所有劳动力受教育程度求和后除以劳动力人数,其值介于 0—1 为 1 低受教育水平,其值介于 1—2 为 2 中受教育水平,其值介于 2—3 为 3 高受教育水平	1.85	0.67
生计策略 Livelihood strategy	生计策略类型	纯农户取值 1,兼业户取值 2,非农户取值 3	2.20	0.80
地理位置 Geographical location	到镇上的距离/km	农户家距所属乡镇的距离	8.73	3.90
自然保护区建立 Establishment of nature reserves	距离保护区的位置	农户家及耕地、林地均位于保护区边界内取 2,仅有耕地、林地于保护区边界内取 1,其他取 0	0.72	0.71
	参与保护区管理	参与保护区日常管理、技术培训或社区发展项目等活动取 1,否则取 0	0.26	0.44

3 结果与分析

3.1 农户生态系统依赖度分析

3.1.1 距离自然保护区不同位置农户的生态系统服务依赖度

整体上看,受访农户 DIES 平均值为 0.326,处于较低水平,并且供给服务依赖度(0.304)>调节服务依赖度(0.018)>文化服务依赖度(0.004),说明受访农户主要依赖于供给服务,对调节服务和文化服务依赖较低。受访农户中共有保护区内 49 户,保护区附近 136 户和保护区外 138 户。单因素方差分析结果显示,距离自然保护区不同位置显著影响农户 DIES(图 2)。保护区内农户 DIES 平均值(0.404)显著高于保护区外农户(0.294),而保护区附近农户 DIES 平均值(0.330)与保护区内和保护区外农户之间均无显著差异。从子指数看,供给服务依赖度呈现出保护区内农户(0.389)显著高于保护区附近农户(0.301)和保护区外农户(0.278)这种趋势,而调节服务依赖度和文化服务依赖度在三者之间无显著差异(图 3)。

3.1.2 不同生计策略类型农户的生态系统服务依赖度

受访农户中共有纯农户 79 户、兼业户 102 户和非农户 142 户。不同生计策略类型农户的 DIES 平均值存在显著差异,DIES 平均值由大到小顺序为纯农户(0.593)>兼业户(0.366)>非农户(0.151)。从子指数看,供给服务依赖度在 3 种生计策略中存在显著差异,呈现出纯农户显著高于兼业户,兼业户显著高于非农户的趋势;调节服务依赖度呈现出纯农户最高,兼业户与非农户之间差异不显著;文化服务依赖度在 3 种生计策略中差异不显著(图 3)。

3.2 不同因素对农户生态系统服务依赖度的影响机理分析

3.2.1 测量模型结果

对于形成型指标测量模型,一般从模型效度(形成型指标权重>0.20,且通过显著性检验)、各指标之间是

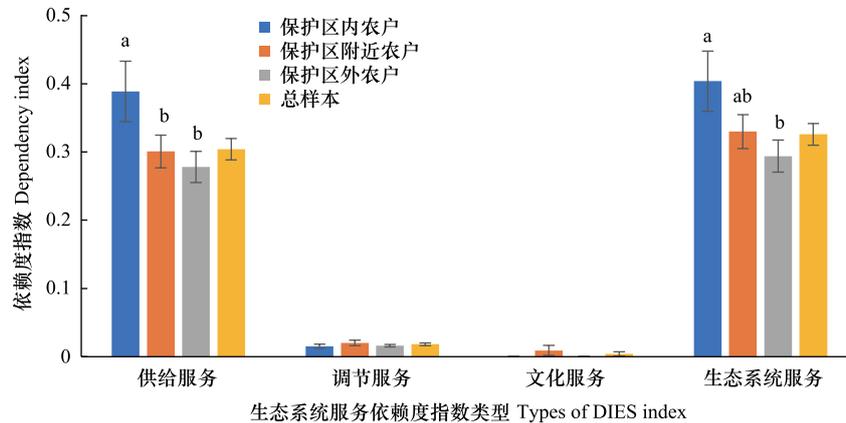


图2 距离保护区不同位置农户的 DIES

Fig.2 The farmers' DIES in different locations from the nature reserve

不同字母表示在 0.05 水平上差异显著

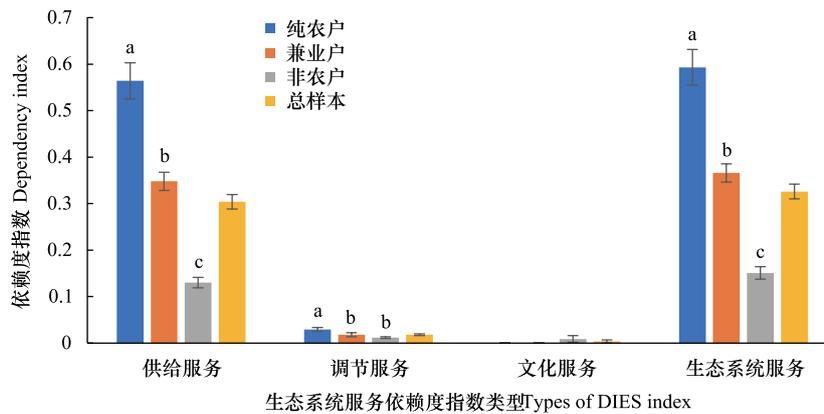


图3 不同生计策略类型农户的 DIES

Fig.3 The farmers' DIES in different livelihood strategy types

不同字母表示在 0.05 水平上差异显著

否存在多重共线性以及模型整体拟合优度 3 个方面进行评价^[32-35]。测量模型的效度检验表 3 所示,绝大多数测量变量对潜变量的权重大于 0.20,并且通过显著性,表明所选取的测量变量可以较好地反映潜变量,但自然资源禀赋中“人均耕地面积”和自然保护区建立中“参与自然保护区管理”没有通过显著性检验,这可能是因为在本研究区,人均耕地面积总体上偏少(平均值为 0.07 hm²/人),并且金花茶保护区内及附近农户人均耕地面积更少(分别为 0.03 hm²/人和 0.05 hm²/人),耕地种植不再是研究区农户家庭收入的主要来源,主要起到降低家庭食物支出的作用,使得人均耕地面积在自然资源禀赋中的权重不显著;本文中有 85 户受访农户参与自然保护区日常管理、技术培训和社区发展项目等活动,总体上看受访农户参与自然保护区管理程度较低,并且农户从参与自然保护区管理到农户行为的改变可能存在滞后等,最终导致该指标在自然保护区建立中权重不显著。

结果显示各测量变量的方差膨胀系数 VIF 值均在 1.3 以下,表明测量变量之间不存在多重共线性。最后,使用规范拟合优度指数(NFI)评价模型整体拟合优度,结果显示 NFI 值为 0.773,达到较好水平,表明模型较好地反映了各变量间的关系。

表 3 测量模型效度检验

Table 3 Validity test on measurement model

潜变量 Latent variable	路径 Path	权重及显著性 Weight and significance
自然资源禀赋 Natural resource endowment	人均耕地面积→自然资源禀赋	0.298
	人均林地面积→自然资源禀赋	0.903 **
家庭特征 Family characteristics	户主年龄→家庭特征	-0.271 **
	劳动力数量→家庭特征	0.248 *
	外出务工比重→家庭特征	0.853 **
	劳动力受教育水平→家庭特征	0.268 *
生计策略 Livelihood strategy	生计策略类型→生计策略	1.000 **
地理位置 Geographical location	到镇上的距离→地理位置	1.000 **
自然保护区建立 Establishment of nature reserves	距离自然保护区的位置→自然保护区建立	0.883 *
	参与自然保护区管理→自然保护区建立	0.260
生态系统服务依赖度 DIES	DIES→农户 DIES	1.000 **

DIES:生态系统服务依赖度 Dependency index of ecosystem services; * 和 ** 分别表示在 5% 和 1% 的统计水平上显著

3.2.2 结构模型结果

对结构模型的评价主要从内生潜变量决定系数 R^2 、路径系数以及路径效果大小 3 个方面进行^[32,35]。内生潜变量决定系数 R^2 反映了内生潜变量被解释的程度,其值越大,表示被解释程度越高,可分为较差(0.19)、中等(0.33)和较好(0.67)3 种类型^[32,35,38]。模型中内生潜变量生计策略的决定系数 R^2 为 0.310,接近中等水平,说明除了自然资源禀赋、家庭特征、地理位置以及自然保护区建立以外,还有其他因素对生计策略产生影响;模型中,农户 DIES 的决定系数 R^2 为 0.417,达到中等以上水平。

表 4 呈现了自然资源禀赋、家庭特征、地理位置以及自然保护区建立通过生计策略对农户 DIES 产生影响的路径系数、显著度以及效应量。效应量(f^2)是反映外生变量和中介变量对内生变量的影响及内生变量间交互影响的重要指标,其值越大,模型解释能力就越强,可分为很小(0.02)、适中(0.15)和较大(0.35)3 种类型^[38]。从表 4 可知,家庭特征对生计策略和生计策略对 DIES 的效应量达到较大水平,自然资源禀赋对生计策略、自然资源禀赋对 DIES 以及自然保护区建立对 DIES 的效应量处于很小到适中水平,但仍有一定的模型解释能力,而地理位置对生计策略、自然保护区建立对生计策略、家庭特征对 DIES 以及地理位置对 DIES 的效应量更低,表明模型的解释力度较弱,可能是因为影响生计策略和 DIES 的因素较多,无法将其全部涵盖,但结合路径系数和显著度结果看,并不影响对该机理的分析。

从表 4 可知,总体上看,生计策略类型对农户 DIES 的影响程度最大(-0.564),农户生计策略不同,其对当地生态系统的干预方式与干预强度也不同^[39],使农户对生态系统服务的依赖程度也存在差异。图 3 显示纯农户的 DIES 显著高于兼业户,兼业户的 DIES 显著高于非农户,这表明随着非农活动的增加,减少了农户对生态系统的干扰与依赖,有利于降低农户 DIES,促进生态恢复,与他人研究结果相同^[23,40]。通过促进农户从事兼业、非农化生计活动,既保证农户获取较高的家庭收入,又降低了农户对生态系统的依赖程度,有利于实现生态保护与生计提升的双重目标^[30]。

家庭特征对农户 DIES 的影响居于次位(-0.305),并且家庭特征对农户 DIES 的影响全部为中介作用,表 4 显示直接效应中“家庭特征→DIES”这条路径没有通过显著性检验,而是通过“家庭特征→生计策略→DIES”这条中介路径间接对农户 DIES 产生显著负向影响,即户主年龄越小、农户家庭劳动力数量越多、外出务工比重越高以及劳动力平均受教育程度越高,则农户选择非农生计策略类型的概率越大(直接效应中家庭特征对生计策略的影响系数为 0.498,达到极显著水平),进而降低了农户 DIES。

自然资源禀赋对农户 DIES 产生了极显著的正向影响(0.235),并且直接效应和间接效应均极显著。农户

自然资源禀赋越好,说明农户家庭人均耕地和林地面积越多,则其接触并利用自然资源的机会就越高,也就越鼓励农户从生态系统服务中获得更多的供给服务净收益(耕地种植是家庭收入的来源之一,还通过农业自给自足起到降低家庭食物支出的作用)和调节服务净收益(研究区农户拥有的林地大多划入国家级生态公益林,可以获得公益林补偿资金,标准为 236.25 元/hm²/年),进而对 DIES 有极显著正向影响。此外,农户自然资源禀赋越好,则农户选择纯农型或者兼业型生计策略类型的概率就越大(直接效应中自然资源禀赋对生计策略的影响系数为-0.159,达到极显著水平),进而导致农户 DIES 越大。

自然保护区建立对农户 DIES 产生了显著的正向影响(0.135),并且全部是直接效应,因为表 4 显示“自然保护区建立→生计策略→DIES”这条中介路径没有通过显著性检验。结合理论分析与研究区实际情况(图 2),农户居住在保护区内,因其交通位置偏远和环境物品丰富等,农户生产生活更依赖仅有的自然资源,增加其生态系统供给服务依赖,导致农户 DIES 越高。本研究区受访农户拥有较多的林地资源(人均林地面积为 0.32 hm²/人),并且金花茶保护区内及附近农户人均林地面积更多(分别为 0.33 hm²/人和 0.44 hm²/人),树种主要是八角、玉桂和松树,防城区是中国三大香料基地之一,香料产业亦是金花茶保护区周边农户增收的支柱产业和特色产业。由于保护区内农户更依赖摘取八角、剥玉桂以增加收入(保护区内、附近以及保护区外农户林业收入平均值分别为 23428 元、11144 元和 4969 元),同时其农业自给自足程度也较高(种植的蔬菜粮食自己食用,部分用来养殖,减少了家庭食物开支和饲料开支,养殖产生的农家肥又还田,减少了肥料开支),其农资成本反而最低,由于 DIES 的计算使用的是净收益,最终呈现出保护区内农户 DIES 较高。本文中仅有 85 户受访农户参与自然保护区管理活动,农户从参与自然保护区管理到农户行为的改变可能存在滞后等,最终导致自然保护区建立对农户 DIES 产生显著正向影响。

表 4 不同影响因素对农户 DIES 的直接效应、间接效应和总效应

Table 4 The direct effect, indirect effect and total effect of different factors on farmers' DIES

效应类型 Effect types	路径 Path	系数 Coefficient	效应量 f^2 Effect size
直接效应 Direct effect	自然资源禀赋→生计策略	-0.159 *	0.035
	家庭特征→生计策略	0.498 **	0.346
	地理位置→生计策略	-0.046	0.003
	自然保护区建立→生计策略	-0.032	0.001
	自然资源禀赋→DIES	0.145 **	0.034
	家庭特征→DIES	-0.024	0.001
	地理位置→DIES	-0.099 **	0.015
	自然保护区建立→DIES	0.117 *	0.021
	生计策略→DIES	-0.564 **	0.376
间接效应 Indirect effect	自然资源禀赋→生计策略→DIES	0.090 **	—
	家庭特征→生计策略→DIES	-0.281 **	—
	地理位置→生计策略→DIES	0.026	—
	自然保护区建立→生计策略→DIES	0.018	—
总效应 Total effect	自然资源禀赋→DIES	0.235 **	—
	家庭特征→DIES	-0.305 **	—
	地理位置→DIES	-0.073	—
	自然保护区建立→DIES	0.135 *	—
	生计策略→DIES	-0.564 **	—

* 和 ** 分别表示在 5%、1% 的统计水平上显著。自然资源禀赋对 IDIES 的间接效应是通过“自然资源禀赋→生计策略”和“生计策略→DIES”两条路径系数相乘得到的,其他以此类推。总效应是直接效应和间接效应之和

最后从表 4 可知,尽管直接效应中地理位置对 DIES 有微弱的负向影响(-0.099),但总效应中“地理位置→DIES”这条路径没有通过显著性检验,说明地理位置对 DIES 的影响不显著,与王蓉等^[10]、刘迪等^[17]的研究

结果一致,但也有研究发现到镇上的距离对农户 DIES 有显著正向影响^[19]。进一步对比发现,李聪等^[19]在陕南的研究中,农户到乡镇的距离平均值为 103.30 km,王蓉等^[10]在甘南高原的研究中,村庄距县中心距离平均值为 49.45 km,而本文中农户家到乡镇的距离平均值为 8.73 km,可见,地理位置与农户 DIES 的关系还需扩大样本规模进行验证。

本文通过构建形成型指标的结构方程模型分析自然资源禀赋、家庭特征、地理位置以及自然保护区建立直接或者通过生计策略这一中介变量间接对农户 DIES 的影响,图 4 清晰直观的呈现出不同因素对农户 DIES 的影响机理,如农户家庭特征对农户 DIES 的直接效应不显著,是通过影响生计策略这一中介路径,进而影响农户 DIES;自然资源禀赋水平每提高 1 个标准差将直接导致生计策略减少 0.159 个标准差,生计策略水平每提高 1 个标准差将直接推动农户 DIES 减少 0.564 个标准差,因此“自然资源禀赋→生计策略→DIES”此条路径中,自然资源禀赋通过生计策略影响农户 DIES 的间接效应为 0.090(由-0.159 乘以-0.564 得到),而自然资源禀赋水平每提高 1 个标准差将直接推动农户 DIES 增加 0.145 个标准差。对于如何提高自然资源禀赋水平,则根据其测量变量的权重大小确定,如人均林地面积的权重为 0.903,即人均林地面积水平每提高 1 个标准差将使自然资源禀赋水平增加 0.903 个标准差,以此类推。

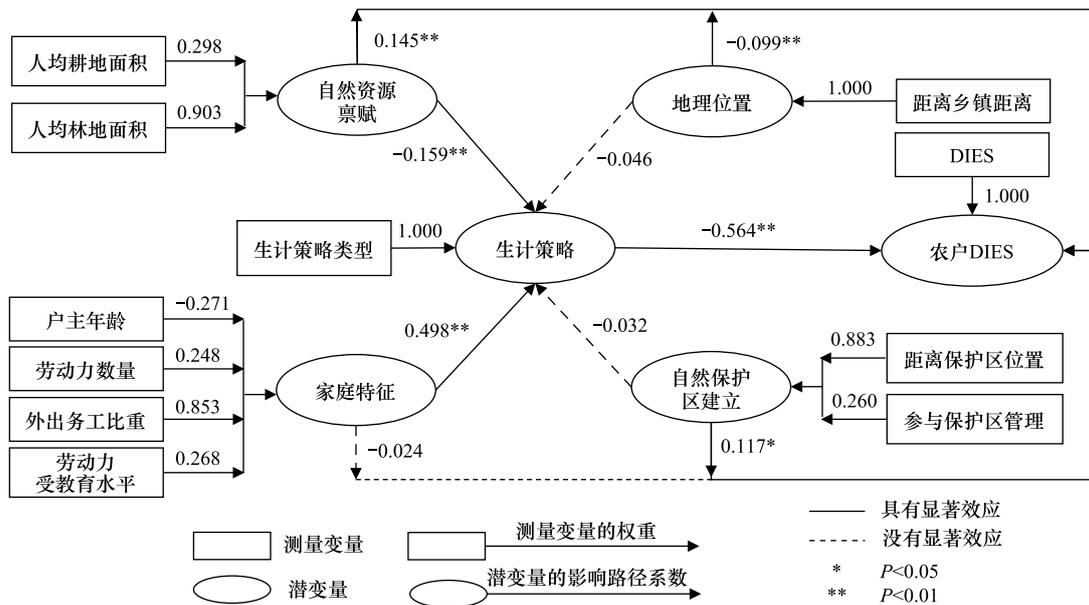


图 4 不同因素对农户 DIES 的影响机理

Fig.4 Impact mechanism of different factors on farmers' DIES

4 讨论

农户 DIES 衡量的是生态系统服务相对于其他社会经济活动为人类提供利益方面的相对重要性,为了便于跨时间、空间和不同制度层面的比较,DIES 使用净收益计算而来,这使不同研究结果之间具有可比性^[15]。如本文 2020 年金花茶保护区周边农户 DIES 值 0.326,低于陕西省米脂县农户 DIES 值 0.673(调研时间为 2020 年)^[17],高于 2017 年湖北农地整治区与未整治区农户 DIES(其值分别为 0.167 和 0.226)^[18]。段伟等人^[9]研究发现在自然保护区周边那些自然资源/环境/生态系统服务依赖高的农户由于承受更多的保护成本,会更不支持自然保护区的保护活动。量化农户 DIES 有助于更加有效准确地定位最需要帮助的农户,深入分析不同因素对农户 DIES 的影响机理,为优化自然保护区的保护政策来实现保护(降低农户 DIES)与社区发展协调提供了提供依据和参考。生态系统服务调节服务与文化服务的使用多数是非消费性的,而供给服务的许多用途大多数是消费性的,可能是不可持续的。为了减少对生态系统的压力或影响,可以通过减少对生

态系统服务的总体依赖,或者转变依赖结构,或者以不损害生态系统的方式获取供给服务来实现^[15],基于此,本文从以下三个方面讨论如何协调自然保护区保护与社区发展关系。

4.1 降低农户生态系统服务依赖度,实现自然保护区有效管理

自然保护区的建设管理离不开社区农户的支持,降低农户 DIES 是实现自然保护区有效保护的前提和基础,研究发现农户生计策略类型以及家庭特征对 DIES 的影响程度较大,并且家庭特征对 DIES 的影响全部为中介作用(表 4、图 4),因此通过提升农户技能,提高劳动力质量以促进农户兼业化和非农化生计转变^[28],既能改善农户生计水平又能降低其 DIES。自然保护区相关政策制定时应注重对保护区内及附近农户的非农引导,通过提供市场信息、开展非农就业技能培训、设立社区发展项目、创造更多非农就业机会(例如金花茶保护区已经实施的吸纳当地社区农户参与保护事业,从事护林防火、资源保护、营林生产、建设等工作)等综合手段帮助社区发展经济、改善生活^[9,18],在这过程中,可优先考虑 DIES 高的农户。

4.2 调整生态系统服务依赖结构,助力自然保护区可持续发展

调整生态系统服务依赖结构也是助力自然保护区可持续发展的有效途径。从自然保护区管理的角度看,自然保护区内供给服务的使用经常受限(如禁止开垦,采药,狩猎等),而调节与文化服务的使用多数是非消费性的,因此可以调整农户对生态系统服务的依赖结构,鼓励从高度依赖供给服务转变为供给、调节和文化服务组合依赖。一方面,建议在坚持生态保护优先的前提下,在保护区外适度培育和发展生态旅游、通过旅游品牌和网红景点打造(如该自然保护区附近的望洲顶以及冲皇沟网红景点)等方式带动保护区周边生态资源优势村农户从事旅游相关服务业,提高周边农户文化服务依赖度;另一方面,鼓励保护区周边农户积极参加现有生态补偿项目,同时借助全国健全生态补偿机制的政策有针对性逐步设计和开展自然保护区生态补偿项目,提高周边农户调节服务依赖度。

4.3 以不损害生态系统的方式获取供给服务收益,减轻自然保护区生态压力

研究发现受访农户主要依赖于供给服务,对调节服务和文化服务依赖较低(图 2),自然资源禀赋以及自然保护区建立对 DIES 有正向影响(表 4,图 4),自然资源禀赋越好,并且居住在自然保护区内,农户 DIES 越高。在短时间内难以降低农户 DIES 以及调整农户生态系统服务依赖结构的情况下,可以通过改变生态系统供给服务的获取途径,以不损害生态系统的方式获取供给服务收益,从而降低农户生计对生态环境的压力^[15]。自然保护区相关政策应注重推广替代生计:如推广使用沼气、省柴灶以及太阳能等,减少生活用柴给森林资源造成的破坏;如利用现代科学技术进行合理的生态布局来改变原有粗放的生产方式,合理进行林业经济的发展,帮助周边农户发展八角、肉桂、马尾松、金花茶、油茶等多种经济林木的种植,发展生态特色产品;或者在生态系统相对稳定的生态林内进行黄精、牛大力、七叶一枝花、山豆根及鸡骨草等药材的种植,发展“林药经济”^[41],既保障了农户生计水平的提高,也缓解自然保护区生态压力。

5 结论与展望

厘清农户对生态系统的依赖程度并分析不同因素对农户生态系统服务依赖度的影响机理可为协调自然保护区保护与社区发展之间关系提供参考和借鉴。本文以广西防城金花茶国家级自然保护区为例,基于 323 份农户入户调查数据,通过构建形成型指标的结构方程模型分析自然资源禀赋、家庭特征、地理位置以及自然保护区建立等影响因素直接或者通过生计策略这一中介变量间接对农户 DIES 的影响机理,得出以下结论:(1)金花茶保护区周边农户的 DIES 平均值为 0.326,处于较低水平,并且农户主要依赖于生态系统供给服务,对调节服务和文化服务依赖较低。(2)距离自然保护区不同位置和生计策略类型显著影响农户 DIES,自然保护区内农户 DIES 平均值显著高于自然保护区外农户,而保护区附近农户 DIES 平均值与保护区内和保护区外农户之间均无显著差异;纯农户 DIES 平均值最高,兼业户次之,非农户 DIES 平均值最低。(3)各类影响因素中,生计策略类型对农户 DIES 的影响程度最大,呈现出极显著负向影响;其次为家庭特征,其对农户 DIES 有极显著负向影响,并且全部为中介作用,即通过“家庭特征→生计策略→DIES”这条路径产生;再次为自然

资源禀赋,其对农户 DIES 有极显著正向影响,并且既有直接效应又有间接效应;最后为自然保护区建立,其对农户 DIES 有显著正向影响,并且全部为直接效应;地理位置对农户 DIES 的影响不显著。

自然保护区建立对农户 DIES 的影响是一个动态过程,目前仅通过静态视角探究农户 DIES 的差异,未来可以通过收集时序动态数据,揭示自然保护区建立前后农户 DIES 的变化;同时,本文未考虑其他生计资本通过生计策略对农户 DIES 的影响,在评价农户可持续生计结果时也只考虑农户 DIES,暂未考虑农户福祉指标,今后还有待深入研究。

参考文献(References):

- [1] 刘晓曼,付卓,闻瑞红,靳川平,王雪峰,王超,肖如林,侯鹏. 中国国家级自然保护区人类活动及变化特征. 地理研究, 2020, 39(10): 2391-2402.
- [2] Ma B, Zhang Y Q, Huang Y, Wen Y L. Socioeconomic and ecological direct and spillover effects of China's giant panda nature reserves. *Forest Policy and Economics*, 2020, 121: 102313.
- [3] Dai Z, Hou Y L, Kant S, Ma B. The influence of China's protected areas policy on households' risk perception, forest investment, and revenue. *Environmental Science and Pollution Research*, 2023, 30(10): 27799-27814.
- [4] Masud M M, Othman A, Akhtar R, Rana M S. The underlying drivers of sustainable management of natural resources: the case of marine protected areas (MPAs). *Ocean & Coastal Management*, 2021, 199: 105405.
- [5] 段伟,江怡成,欧阳波. 社区生计与自然保护区冲突趋势——基于农户自然资源利用的代际差异. *资源科学*, 2022, 44(6): 1267-1279.
- [6] 刘阳,赵振斌,李小永,张建荣,李洋洋. 自然保护区社区居民感知冲突的空间响应及形成机制——以西昌邛海国家湿地公园为例. *地理科学*, 2022, 42(3): 401-412.
- [7] 王会,赵亚文,温亚利. 基于要素报酬的农户自然资源依赖度评价研究——以云南省六个自然保护区为例. *中国人口·资源与环境*, 2017, 27(12): 146-156.
- [8] Jiao X, Walegn S Z, Nielsen M R, Smith-Hall C. Protected areas, household environmental incomes and well-being in the Greater Serengeti-Mara Ecosystem. *Forest Policy and Economics*, 2019, 106: 101948.
- [9] 段伟,赵正,刘梦婕,温亚利. 保护区周边农户自然资源依赖度研究. *农业技术经济*, 2016(3): 93-102.
- [10] 王蓉,赵雪雁,刘江华,王晓琪,兰海霞,薛冰. 重点生态功能区农户生计对环境资源的依赖性——以甘南高原为例. *应用生态学报*, 2020, 31(2): 554-562.
- [11] 熊鹰,申翠玲,尹建军,邱佳炜,唐健飞. 重点生态功能区农户生计对生态资源依赖性及其影响因素——以湖南省慈利县为例. *经济地理*, 2023, 43(3): 188-197, 239.
- [12] Walegn S Z, Jiao X. Dynamics of rural livelihoods and environmental reliance: empirical evidence from Nepal. *Forest Policy and Economics*, 2017, 83: 199-209.
- [13] 王昌海,刘新波. 自然保护、环境收入与农户生计提升. *上海经济研究*, 2021, 33(4): 28-42.
- [14] Nakakaawa C, Moll R, Vedeld P, Sjaastad E, Cavanagh J. Collaborative resource management and rural livelihoods around protected areas: a case study of Mount Elgon National Park, *Uganda*. *Forest Policy and Economics*, 2015, 57: 1-11.
- [15] Counting on the environment: forest incomes and the rural poor. Washington, D.C.: World Bank, 2004.
- [16] Yang W, Dietz T, Kramer D B, Chen X D, Liu J G. Going beyond the Millennium Ecosystem Assessment: an index system of human well-being. *PLoS One*, 2013, 8(5): e64582.
- [17] 刘迪,陈海,马羽赫,史琴琴,白晓娟. 乡村振兴视角下农户生态系统服务依赖度及多层次影响因素. *生态学报*, 2023, 43(8): 3079-3089.
- [18] 张超正,杨钢桥,文高辉. 不同农地整治模式对农户生态系统服务依赖度的影响. *农业工程学报*, 2019, 35(6): 261-270.
- [19] 李聪,康博纬,李萍,高梦. 易地移民搬迁对农户生态系统服务依赖度的影响——来自陕南的证据. *中国人口·资源与环境*, 2017, 27(11): 115-123.
- [20] Huq N, Pedroso R, Bruns A, Ribbe L, Huq S. Changing dynamics of livelihood dependence on ecosystem services at temporal and spatial scales: an assessment in the southern wetland areas of Bangladesh. *Ecological Indicators*, 2020, 110: 105855.
- [21] 张超正,陈丹玲,杨钢桥,方相. 生计资本对农户生态系统服务依赖度的影响. *西南大学学报:自然科学版*, 2021, 43(1): 142-152.
- [22] 李淑娟,穆淑慧,隋玉正,张朝晖. 海洋保护地社区多元化生计与生态系统服务依赖关系研究. *生态学报*, 2024, 44(8): 1-15.
- [23] 傅斌,王玉宽,徐佩,严坤. 农户生计与生态系统服务耦合关系研究进展. *生态经济*, 2017, 33(1): 142-145, 151.
- [24] 李惠梅,张安录. 生态环境保护与福祉. *生态学报*, 2013, 33(3): 825-833.

- [25] Li C, Kang B W, Wang L, Li S Z, Feldman M, Li J. Does China's anti-poverty relocation and settlement program benefit ecosystem services: evidence from a household perspective. *Sustainability*, 2019, 11(3): 600.
- [26] Department for International Development. Sustainable livelihoods guidance sheets. London; Department for International Working paper, 1999.
- [27] 周丽, 黎红梅, 李培. 易地扶贫搬迁农户生计资本对生计策略选择的影响——基于湖南搬迁农户的调查. *经济地理*, 2020, 40(11): 167-175.
- [28] 张成虎, 廖南燕, 刘菊, 唐业杰, 苏宏新, 陈明煜, 杨聪敏. 少数民族地区自然保护区社区农户可持续生计分析——以广西防城金花茶国家级自然保护区为例. *林业经济*, 2021, 43(10): 37-51.
- [29] 程秋旺, 于赟, 俞维防, 陈钦. 不同生计策略类型对农户林种选择意愿的影响研究——基于福建省 477 户农户调查数据. *生态经济*, 2021, 37(3): 119-124, 131.
- [30] 李聪, 郭嫚嫚, 李萍. 破解“一方水土养不起一方人”的发展困境? ——易地扶贫搬迁农户的“福祉-生态”耦合模式分析. *干旱区资源与环境*, 2019, 33(11): 97-105.
- [31] 孙彦, 赵雪雁. 陇南山区脱贫户的生计恢复力演变及其影响因素. *地理科学*, 2022, 42(12): 2160-2169.
- [32] 黄志刚, 陈晓楠, 李健瑜. 生态移民政策对农户收入影响机理研究——基于形成型指标的结构方程模型分析. *资源科学*, 2018, 40(2): 439-451.
- [33] 谢金华, 杨钢桥, 许玉光, 王歌. 农地整治对农户收入和福祉的影响机理与实证分析. *农业技术经济*, 2020(12): 38-54.
- [34] 王文略, 朱永甜, 黄志刚, 余劲. 风险与机会对生态脆弱区农户多维贫困的影响——基于形成型指标的结构方程模型. *中国农村观察*, 2019(3): 64-80.
- [35] 武照亮, 曹虎, 靳敏. 湿地保护对农户生计结果的影响及作用机制: 基于自然保护区问卷调查的实证研究. *生态与农村环境学报*, 2023, 39(7): 885-895.
- [36] Jarvis C B, MacKenzie S B, Podsakoff P M. A critical review of construct indicators and measurement model misspecification in marketing and consumer research. *Journal of Consumer Research*, 2003, 30(2): 199-218.
- [37] 孙继红, 杨晓江. PLS 通径模型应用中应注意的几个问题. *统计教育*, 2009(11): 3-10.
- [38] Vinzi V E, Chin W W, Henseler J, Wang H. *Handbook of Partial Least Squares: Concepts, Methods and Applications*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2010.
- [39] 赵雪雁. 不同生计方式农户的环境影响——以甘南高原为例. *地理科学*, 2013, 33(5): 545-552.
- [40] 王成超, 杨玉盛. 基于农户生计演化的山地生态恢复研究综述. *自然资源学报*, 2011, 26(2): 344-352.
- [41] 钟鸿鹄, 何进生, 谢钊, 韦志昌. 广西防城金花茶国家级自然保护区林业资源保护和可持续发展策略. *南方农业*, 2023, 17(14): 85-87.