

# 可持续发展评估新思路: 甜甜圈框架研究进展

陈先鹏<sup>1</sup>, 方 恺<sup>2,3</sup>

(1. 浙大城市学院法学院, 杭州 310015; 2. 浙江大学公共管理学院, 杭州 310058;

3. 浙江大学民生保障与公共治理研究中心, 杭州 310058)

**摘要:** 可持续发展是全人类普遍关注和热烈讨论的焦点议题。作为行星边界框架向社会经济领域的拓展, 甜甜圈框架为全球范围内的可持续发展评估提供了新思路。本文对甜甜圈框架的概念内涵、理论基础、本地化拓展、存在的问题及改进方向进行了系统梳理和深入分析。研究表明: 甜甜圈框架有机整合了环境边界和社会经济基本需求, 进而将环境可持续性和社会经济发展纳入同一个分析框架。该框架以稳态经济理论为理论基础, 强调既要一定的人造资本以满足人的社会经济需求, 又要恒定的自然资本以维持环境的可持续性。甜甜圈框架的本地化拓展应用多以环境可持续性和社会经济发展的各自评估为主, 缺乏对内在交互机制的深入阐释。为增强对环境边界与社会经济边界之间传导机制的科学认知, 亟需加强基于生态系统单元的环境边界、生态系统服务和社会经济边界三者之间互动关系的研究。甜甜圈框架对全球和区域可持续发展的指导价值有待进一步提升。由于与中国兼顾生态保护红线和社会经济底线的发展理念高度契合, 甜甜圈框架在中国可持续发展领域具有较大的应用潜力空间。

**关键词:** 可持续发展; 甜甜圈框架; 行星边界; 社会经济边界; 生态系统服务

在人类世地质时代背景下, 可持续发展已成为全人类普遍关注和热烈讨论的议题。1987年, 世界环境与发展委员会在《我们共同的未来》这一报告中正式界定了可持续发展的内涵, 着重强调了可持续发展须兼顾当代人和后代人的基本需求<sup>[1]</sup>。由此可见, 可持续发展将提升人类福祉当作重要目标, 同时注重发展的可持续性和公平性。可持续发展关注的对象主要为环境、社会和经济三个维度。基于对三者关系的不同认识, 学术界形成了强可持续性和弱可持续性两类不同的可持续发展研究范式。与弱可持续性范式所持的自然资本和人造资本可相互替代的观点不同, 强可持续性范式认为关键自然资本为人类提供生态系统服务的功能具有不可替代性<sup>[2,3]</sup>。因此, 确保关键自然资本存量的恒定是可持续发展的前提条件<sup>[4]</sup>。

其中, 科学评估可持续发展是厘清可持续发展状况及制定相应管理策略的前提和基础。在全球公共政策领域, 2000年的联合国首脑会议提出了千年发展目标 (MDGs), 尝试以指标的形式将可持续发展的蓝图具体化, 为推动可持续发展的进程发挥了重要作用。2009年, 行星边界框架的提出为人类的可持续发展设定了安全操作空间<sup>[5]</sup>。在此背

收稿日期: 2023-06-19; 修订日期: 2023-09-20

基金项目: 国家自然科学基金项目 (72074193); 国家社会科学基金重点项目 (19AJY007); 教育部重大攻关项目 (2022JZDZ009); 杭州市哲学社会科学规划“优秀青年人才”专项 (2023QNRC17)

作者简介: 陈先鹏 (1987-), 男, 浙江长兴人, 博士, 讲师, 研究方向为资源环境管理与可持续发展。

E-mail: chenxp@hzc.edu.cn

通讯作者: 方恺 (1986-), 男, 浙江杭州人, 博士, 长聘教授, 博士生导师, 研究方向为资源环境管理与可持续发展。E-mail: fangk@zju.edu.cn

景之下,甜甜圈框架应运而生,为科学评估可持续发展提供了新思路。不同于已有分析框架的社会经济导向或环境导向,该框架认为可持续发展既要满足人类的社会经济基本需求,同时也要确保地球环境可持续,据此将社会经济发展和环境可持续性纳入同一个量化分析框架<sup>[6,7]</sup>。

需要重点强调的是,甜甜圈框架的核心理念与中国的可持续发展理念高度契合<sup>[8]</sup>,因此该框架在国内可持续发展领域具有较大的应用潜力空间。甜甜圈框架已引发可持续发展领域的积极关注和热烈讨论,在理论内涵、方法技术和管理应用等方面积累了一定成果。然而,学术界对可持续发展研究进展的梳理,主要侧重于政策导向的可持续发展目标阐述<sup>[9,10]</sup>或科学导向的环境可持续性边界讨论<sup>[11,12]</sup>,迄今缺乏对甜甜圈框架研究的系统性回顾。为此,本文将对甜甜圈框架的源起、发展和应用进行系统阐述,以期对可持续发展的科学评估提供有益参考。

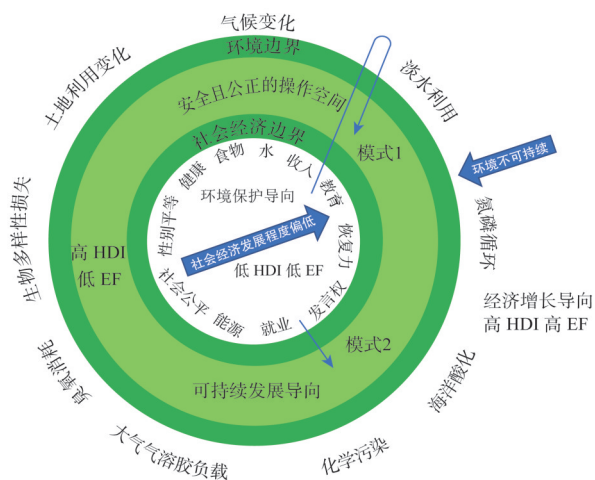
## 1 甜甜圈框架的概念内涵与理论基础

### 1.1 概念内涵

甜甜圈框架是基于行星边界框架建构的。作为可持续发展领域极具代表性的研究成果,行星边界概念主要侧重于维持地球生态系统的完整性和稳定性<sup>[5,13]</sup>,具有明显的生物物理指向,缺乏对社会经济景象的具体考察。为完整呈现可持续发展的愿景,同时兼顾地球环境和人类福祉,Raworth<sup>[6]</sup>将地球关键生物物理过程的行星边界与食物、水、能源消费、健康、收入、教育、就业、社会公平等社会经济需求整合在一个框架内进行讨论,据此提出人类活动安全且公正的空间(Safe and just space)。由于此框架的外观形似甜甜圈,Raworth<sup>[6]</sup>形象地将其称为“甜甜圈框架”(图1)。

甜甜圈框架初创版沿用初创版的行星边界设置环境边界,并基于2012年联合国可持续发展大会国家和地区所

关注的11项社会经济议题选取社会经济指标,且以所有人社会经济基本需求的达成作为社会经济边界。经评估发现,几乎所有社会经济指标均存在相当程度的基本需求不满足问题。2015年的联合国可持续发展峰会提出了2030年可持续发展目标(SDGs),为在全球范围全面推进可持续发展确定了行动指南<sup>[14]</sup>。为此,学者们基于SDGs指标体系对不同尺度可持续发展的达成程度进行了深入分析<sup>[15,16]</sup>。然而,不同SDGs之间存在复杂的交互关联,尤其是社会经济目标和环境可持续性之间的关系有待进一步探究<sup>[17]</sup>。随着2015年行星



注:此图基于文献[6]绘制而成,HDI为人类发展指数,EF为环境足迹,模式1为先逾越环境边界再返回环境边界内的社会经济发展模式,模式2为在环境边界内实现社会经济繁荣发展的模式。

图1 甜甜圈框架示意图

Fig. 1 Schematic diagram of the doughnut-shaped framework

边界更新版的提出和联合国 SDGs 的确立, Raworth<sup>[7]</sup>据此提出了甜甜圈框架更新版,即以更新的行星边界作为地球环境边界,并基于 SDGs 确定社会经济指标和人类福祉的国际最低标准。因此,更新的甜甜圈框架是连接行星边界和 SDGs 的过渡框架。

其中,该框架的内圈代表人类的社会经济需求边界,外圈代表地球的环境边界。在两类边界划分的三类区域中,内部区域为低人类发展且低环境足迹区域,具有明显的环境保护导向,对社会经济发展的关注程度不足;外部区域为高人类发展且高环境足迹区域,具有明显的经济增长导向,对环境可持续性的关注程度不足;中间区域为高人类发展且低环境足迹区域,具有明显的可持续发展导向,同时兼顾社会经济发展和环境可持续性。因此,甜甜圈框架中间区域是可持续发展的理想区域<sup>[8]</sup>。相较而言,大多数发展中国家的发展状态位于内部区域,面临的问题是如何在不逾越地球环境边界的同时提高社会经济发展质量;而大多数发达国家的发展状态位于外部区域,面临的问题是如何在维持社会经济发展程度的同时返回至地球环境边界内<sup>[9]</sup>。

## 1.2 理论基础

作为行星边界框架的拓展,甜甜圈框架将稳态经济理论作为理论基础<sup>[20]</sup>。所谓稳态经济,指的是人口规模和物质资本均维持稳定状态,且人口系统与物质系统保持平衡的经济形态<sup>[21]</sup>。该理论将经济系统视为生态系统的子系统,认为经济活动是从生态系统输入原材料和能源并向生态系统输出废弃物的物理过程。稳态经济强调资本存量的足够,既需要足够的人造资本来满足人类的社会经济需求,也需要足够的自然资本以确保发展的可持续性<sup>[22]</sup>。为此,须合理调控资本流量的规模,将其限制在生态系统可承载限度之内。正是基于稳态经济理论,甜甜圈框架有机整合社会经济和环境,同时兼顾社会经济发展和环境可持续性。

## 2 甜甜圈框架的本地化拓展

甜甜圈框架从全球尺度为评估可持续发展提供了新思路。为体现“全球化思维,地方化行动”的全球治理观<sup>[23,24]</sup>,增强该框架对区域可持续发展的指导价值,学者们围绕甜甜圈框架的本地化这一议题进行了积极探索(表1)。

### 2.1 国家尺度

甜甜圈框架在国家尺度的本地化探索研究具有较高的讨论度,主要呈现强本地相关性和强全球相关性两类特征。其中, Cole 等<sup>[25]</sup>以甜甜圈框架为指引,综合尺度属性、区域特点、数据可获得性、专家意见等界定环境与社会经济维度、指标和边界,进而为南非的可持续发展设定晴雨表。大体而言,该研究在甜甜圈框架降尺度应用中突出域内资源禀赋、环境容量和社会经济发展特点,因此具有强本地相关性特征。与此不同的是, O'Neill 等<sup>[27]</sup>将行星边界的全球人均值作为环境可持续性的衡量基准,并基于人类需求的满足因子(食物、清洁水、收入、教育等)和人类福祉(生活满意度、身体健康)两个方面厘定社会经济边界,据此构建全球可比的国家可持续发展量化研究框架,这具有强全球相关性特征。方恺等<sup>[28]</sup>基于环境足迹和行星边界的整合框架自上而下地评估了“一带一路”沿线国家的环境可持续性,并测度了这些国家 SDGs 的实现进程。此外, Hickel<sup>[26]</sup>将人均收入阈值、人均二氧化碳排放及其边界、人均物质足迹及其边界与人类发展指数(HDI)相整合来构建可持续发展指数(SDI),以此基于强可持续性角度来评估国家尺度

表1 甜甜圈框架的本地化探索

Table 1 Localization explorations of the doughnut-shaped framework

| 尺度 | 文献                        | 环境边界及其确定方法  | 社会经济边界及其确定方法   | 两类边界间的交互机制                       |
|----|---------------------------|---|--|----------------------------------|
| 国家 | Cole等 <sup>[25]</sup>     | 碳：国家目标<br>臭氧：国际目标<br>水、土地：国家资源极限<br>磷、氮、生物多样性、海洋捕捞、PM <sub>10</sub> ：局地阈值           | 能源、水、卫生设备、住房、教育、医疗、就业、收入、家庭用品、食品安全、社会安全：基本需求的100%满足                  | 简要描述两者的联系                        |
|    | Hickel <sup>[26]</sup>    | 碳、物质足迹：行星边界的人均配额  | 预期寿命、教育：边界未定<br>收入：20000 \$/cap (PPP)                                | 通过构造可持续发展指数建立两者的联系               |
|    | O'Neill等 <sup>[27]</sup>  | 碳、磷、氮、蓝水、eHANPP、生态足迹、物质足迹：行星边界的人均配额   | 生活满意度、健康的预期寿命、营养、卫生设备、收入、能源、教育、社会支持、民主质量、平等、就业：主观判定                  | 认为两者间存在供给系统，讨论了两者的相关性            |
|    | 方恺等 <sup>[28]</sup>       | 水、土地、碳、氮、磷：行星边界的人均配额  | SDG1-SDG 12、SDG 16、SDG 17：基于SDSN指标板确定                                | 基于空间计量分析两者间的关联                   |
| 省域 | Cole等 <sup>[29]</sup>     | 碳：国家目标的分配<br>臭氧：局地数据整合<br>水、土地：省域资源极限<br>磷、生物多样性、海洋捕捞、PM <sub>10</sub> ：局地阈值        | 能源、水、卫生设备、住房、教育、医疗、发言权、就业、收入、家庭用品、食品安全、社会安全：基本需求的100%满足              | 未探讨                              |
|    | Han等 <sup>[30]</sup>      | 碳、水、土地、氮、磷：行星边界的人均配额  | 参考O'Neill等 <sup>[27]</sup>   | 基于耦合协调度模型探讨了环境可持续性与社会经济发展状态之间的关系 |
|    | 邵庆龙等 <sup>[31]</sup>      | 未探讨   | 幸福感、发言权、社会参与、健康、性别平等：统计经验<br>收入、社会公正：国际标准<br>工作机会、教育、能耗、水资源：国家规划文件规定 | 未探讨                              |
| 城市 | Dearing等 <sup>[32]</sup>  | 空气质量、沉积物调节、水质、土壤稳定性、沉积物质量：系统行为观测  | 食品安全、收入、水、卫生设备、医疗、教育、就业：基本需求的100%满足                                  | 未探讨                              |
|    | Hoornweg等 <sup>[33]</sup> | GHG、生物多样性、水、土地、氮、污染、地质风险：全球边界均值   | 青年机会、经济、能源、机动性和连通性、制度、基本服务、治安与公共安全：全球目标均值                            | 未探讨                              |
| 流域 | Dearing等 <sup>[32]</sup>  | 空气质量、水资源调节、沉积物调节、水质、土壤稳定性：系统行为观测  | 食品安全、收入、水、医疗、教育、能源、就业：基本需求的100%满足                                    | 未探讨                              |
|    | 苏彦瑜等 <sup>[34]</sup>      | 碳、水、耕地：本地目标<br>碳、臭氧：全球边界均值<br>化肥、PM <sub>10</sub> 、生物多样性、水质、土壤稳定性、沉积物调节、化学污染：系统行为观测 | 无贫困、健康、教育、性别平等、清洁用水与卫生设备、能源安全、可持续的城市、产业创新：统计报告、公报等文件的数据              | 基于Pearson相关系数分析社会发展状况和生态系统变量的关系  |
| 企业 | Bjørn等 <sup>[35]</sup>    | 以气候变化为主：2℃温控目标  | 未探讨  | 未探讨                              |

注：eHANPP为隐含的净初级生产力的人类占用，SDG为可持续发展目标，SDSN为可持续发展解决方案网络，GHG为温室气体。

社会经济生态效率。然而，该SDI只关注健康、教育、收入、碳排放、物质消费等相对有限的议题，缺乏对可持续发展的全景式考虑。



## 2.2 省域尺度

省域在社会经济事务和环境管理中发挥着承上启下的重要作用, 因此将甜甜圈框架拓展至省域尺度有助于增强该框架对区域可持续发展的指导价值。Cole等<sup>[29]</sup>基于为南非可持续发展设置的评估框架, 结合省域数据的可获得性, 进一步设定了省域可持续发展的甜甜圈框架, 着重体现的是本地资源环境和社会经济特点。Han等<sup>[30]</sup>基于行星边界和SDGs自上而下地为中国省域可持续发展确定环境边界和社会经济边界。邵庆龙等<sup>[31]</sup>基于已有研究和数据的可获得性为中国省域选取社会经济指标, 并基于已有统计标准、科学文献、国际标准、国家规划文件中确定的指标预期值等资料设定社会经济边界, 据此评估省域社会经济可持续发展。然而, 该研究未将环境可持续性纳入同一个分析框架来讨论, 因此有待加强甜甜圈框架省域化的完整性。可见, 甜甜圈框架的省域化探究主要遵循自下而上整合与自上而下分配两条路径。

## 2.3 城市尺度

城市可持续发展程度是区域社会经济和环境治理水平的重要体现, 因此已有学者尝试将甜甜圈框架拓展至城市尺度。具体而言, Dearing等<sup>[32]</sup>聚焦沉积物调节、空气质量、土壤稳定性、沉积物质量、水质等生态系统服务和过程, 基于社会生态系统动态行为的历史记录数据设定环境边界, 并选择食物、水、卫生设施、收入、医疗、教育、就业等作为社会经济维度, 基于MDGs设定社会经济边界, 据此构建县域尺度的甜甜圈框架。Hoornweg等<sup>[33]</sup>基于数据的可获得性、议题的重要性的管理的可操作性来设定城市甜甜圈量化研究框架, 其中, 环境指标及其边界主要基于行星边界框架和国际标准设定, 社会经济指标及其边界主要基于MDGs、SDGs和其他国际标准设定。由此可见, 市县化甜甜圈框架研究中的环境可持续性既可基于区域生态系统服务和过程以自下而上的方式确定边界, 亦可以自上而下的方式确定边界, 社会经济议题可参考具有国际公信力的指标和临界阈值。

## 2.4 流域尺度

行星边界设置的初衷是为了维持地球生态系统功能的完整性和稳定性, 进而确保作为人类福祉基础的生态系统服务的可持续供给。因此, 将作为行星边界拓展框架的甜甜圈框架拓展至全球以下各类生态系统尺度范围, 具有尺度逻辑的内在一致性。其中, 已有研究主要聚焦在流域尺度。Dearing等<sup>[32]</sup>基于云南洱海流域的环境特点, 选择沉积物调节、空气质量、土壤稳定性、水资源调节、水质等作为环境变量, 根据环境历史演变数据厘定环境边界, 并基于原始甜甜圈框架和MDGs确定社会经济变量及其边界。与此类似, 苏彦瑜等<sup>[34]</sup>综合行星边界框架和湖北梁子湖流域环境特点选择气候变化等环境变量, 基于行星边界值、环境指标历史演变临界状态、行业标准等设定流域环境边界, 并根据SDGs和政府工作报告厘定社会经济维度, 基于统计报告、公报等设定社会经济边界。可见, 在流域尺度讨论甜甜圈框架的本地化, 能有效规避自然边界和行政边界的不匹配问题, 进而确保社会生态系统的完整性。

## 2.5 企业尺度

作为社会经济活动的重要主体, 企业在追求社会经济目标的同时, 应有效履行环境可持续性责任。因此, 甜甜圈框架可为企业的可持续发展提供科学指导价值。Bjørn等<sup>[35]</sup>基于公司责任报告的统计分析发现, 只有极少数公司在寻求自身发展的同时兼顾环境可

持续性目标,且环境可持续性目标主要聚焦气候变化2℃温升目标。由此可见,甜甜圈框架在企业尺度的应用极为受限。为了确保企业生产的产品或服务既能满足社会经济需求,又是环境友好的,亟需加强企业尺度的甜甜圈框架研究。

### 3 甜甜圈框架存在的问题及改进方向

本文将从内在机理、应用方法和政策价值等方面对甜甜圈框架存在的问题及改进方向进行分析(图2)。

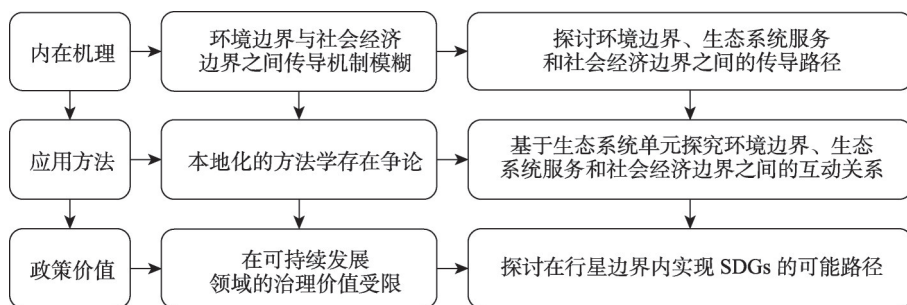


图2 甜甜圈框架存在的问题及改进方向分析框架

Fig. 2 The analytical framework for the existing problems and improvement directions of the doughnut-shaped framework

#### 3.1 环境边界与社会经济边界之间传导机制模糊及改进方向

自然生态系统和社会经济系统之间存在复杂的交互作用<sup>[36]</sup>。然而,甜甜圈框架的已有研究缺乏对两者之间交互机制的系统阐释。从彼此作用关系而言,环境变量和社会经济变量之间可能存在相互增益的协调关系或相互制约的权衡关系。O'Neill等<sup>[27]</sup>通过建立自然资源占用和社会经济需求的平面直角坐标系发现,如果延续当前的发展模式,营养、卫生设施、能源可达性等人类物理需求的满足可不以逾越行星边界为代价,而包括生活满意度在内的更高层次需求的满足将远远逾越行星边界。方恺等<sup>[28]</sup>基于空间计量模型分析了“一带一路”沿线国家环境可持续性与社会经济类SDGs之间可能存在的协同或权衡关系。Han等<sup>[30]</sup>运用耦合协调度模型对中国省域环境可持续性与社会经济发展状况之间的耦合交互作用进行了分析。这些量化研究为厘清环境边界和社会经济边界之间的相互关系提供了有益思路,然而两者之间的传导机制还有待进一步探究。

为此,Ferretto等<sup>[37]</sup>认为生态系统服务这一概念有效连接了环境边界和社会经济边界,将有助于分析两类边界之间的传导机制。具体而言,环境边界的状态会影响生态系统服务的供给状况,生态系统服务又会影响到人类社会需求的满足程度,人类通过调整自身的社会经济活动又进一步影响环境边界的状态<sup>[38,39]</sup>(图3)。与此类似,Fanning等<sup>[40]</sup>认为在自然资源利用和社会经济需求之间存在一系列可满足人类需求的供给系统,这些供给系统与周围环境之间存在物质、能量和信息的交换,且受到制度和技术等因素的影响。因此,环境可持续性、生态系统服务和社会经济可持续性评估,是环境边界与社会经济边界之间传导机制研究的基础<sup>[41,42]</sup>。再者,基于不同行星边界之间的交互作用<sup>[43]</sup>,加之不同社会经济边界之间的交互联系<sup>[17]</sup>,以综合视角评估存在于生态系统服务之间的协调或权衡关系<sup>[44,45]</sup>,可为科学阐释甜甜圈框架内在传导机制提供重要依据。此外,Randers等<sup>[46]</sup>构

建了全球社会生态系统仿真模型，据此分析了全球不同地区的社会经济活动及其环境效应，探讨了SDGs在实现进程中与各类行星边界之间的作用机制。可见，有机整合生物物理属性、社会经济活动、时空尺度效应等核心要义的复杂系统模型或框架<sup>[47]</sup>，是探究环境边界与社会经济边界之间传导机制的重要依托。

### 3.2 甜甜圈框架本地化的方法学争论及改进方向

甜甜圈框架本地化的已有研究多以环境可持续性和社会经济发展的各

自评估为主。就环境可持续性评估而言，学者们主要基于自上而下分配和自下而上整合两类方法对行星边界进行本地化<sup>[12]</sup>。其中，自上而下分配而得的环境边界体现的是对全球环境可持续性责任的界定；自下而上整合而得的环境边界体现的是对本地资源环境承载能力的关注。如何将两类方法有机融合，缩小两者之间存在的鸿沟，是行星边界本地化研究应重点探讨的方向之一<sup>[47]</sup>。为此，Zipper等<sup>[48]</sup>提出了一个兼顾全球环境可持续性责任和流域安全操作空间的分析框架。然而，该框架仍局限在理论探讨阶段。对社会经济发展量化研究来讲，已有研究主要基于甜甜圈框架所关注的社会经济维度并结合研究区域的特点选取社会经济指标，与之相对应的社会经济边界主要参考国际公共政策目标（如MDGs、SDGs等）或区域社会经济既定目标确定。其中，食物、水、能源、健康、教育、收入、就业等社会经济维度广受关注，说明基本的社会经济需求仍须重点关注。大体而言，将甜甜圈框架降尺度应用至特定区域的方法学体系仍处于探索阶段。

为体现甜甜圈框架对环境和经济社会的整合优势，应积极探究区域环境可持续性和社会经济发展之间的互动规律<sup>[49]</sup>。追根溯源，行星边界框架以生态系统为研究对象，旨在维护地球生态系统的完整性和稳定性。为将这一宗旨一以贯之，在甜甜圈框架本地化的过程中，应重点围绕生态系统单元展开研究。具体而言，在将行星边界降尺度至某区域时，面对行政边界和自然边界不一致的问题，应首先考虑全球各类生态系统环境边界，再将该区域内所有该类生态系统环境边界升尺度整合成区域环境边界，以增强尺度转换合理性<sup>[37]</sup>。进一步地，以生态系统为基本单元探索环境边界、生态系统服务和社会经济边界之间的互动关系，可增强甜甜圈框架及其本地化研究的科学性。

### 3.3 甜甜圈框架的治理价值受限及推进潜力

甜甜圈框架的已有研究以理论和方法层面的讨论为主，其对治理实践的指导价值仍有较大提升空间。从全球尺度而言，联合国2030年SDGs是全球公共政策领域共同追求的目标，然而这些目标之间，尤其是社会经济目标和环境目标之间，存在着一定的权衡关系<sup>[46]</sup>。因此，甜甜圈框架在全球范围的治理价值主要表现为对SDGs的科学指导价值，即探讨在行星边界内实现SDGs的可能路径。其中，Gerten等<sup>[50]</sup>基于整合行星边界和农业系统的复杂模型分析发现，全球和重点区域的食物生产以逾越相应的环境边界为代价，

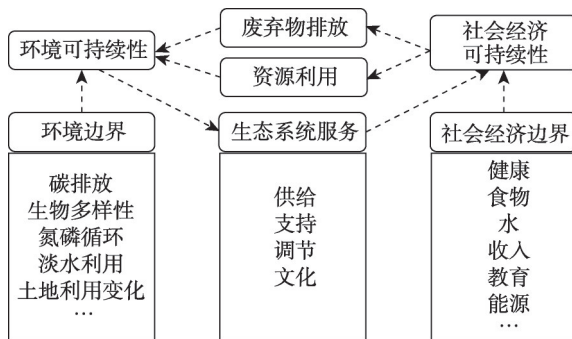


图3 环境边界、生态系统服务和社会经济边界之间的传导路径

Fig. 3 The transmission paths between environmental boundaries, ecosystem services, and socio-economic boundaries



为了扭转局面,以在环境边界内满足人类的食物需求,须对现有食物生产和消费格局进行深入的变革。与此类似,Randers等<sup>[46]</sup>通过情景模拟发现,若延续当前的社会经济发展模式,社会经济目标的达成将会以逾越行星边界为代价,因此亟需对社会经济进行深绿色转型发展。由于不同国家和地区在环境历史责任、资源禀赋和社会经济发展阶段等方面存在差异,在基于甜甜圈框架制定发展策略的过程中,应将这些异质性因素考虑在内<sup>[51,52]</sup>。在治理实践领域,荷兰首都阿姆斯特丹率先基于甜甜圈框架制定城市发展战略,用于指导城市可持续发展。

需要强调的是,甜甜圈框架的核心理念与中国所倡导的“绿水青山就是金山银山”“人与自然和谐共生”等发展理念高度契合,皆兼顾自然环境的可持续性和人的社会经济发展需求,且均强调将社会经济发展调控在环境边界之内<sup>[53,54]</sup>。Hu等<sup>[55]</sup>率先对中国各省份食物生产和环境边界之间的相互影响进行了量化研究,认为须进一步提高食物生产效率、优化化肥使用、减少食物损失和浪费、改变餐饮和加强区域协作,以确保将食物生产的环境影响调控在环境边界之内。中国的发展既有生态保护红线制度以确保生态环境的可持续<sup>[56]</sup>,也有永久基本农田保护红线制度以确保粮食安全<sup>[57]</sup>。然而,由于两者之间存在强逻辑关联,如何将生态保护红线和包括永久基本农田保护红线在内的社会经济红线整合在同一个分析框架中加以讨论,有待进一步探究。再者,城镇开发边界制度体现了城镇发展在满足人类社会经济需求的同时,不能逾越自然安全边界<sup>[58]</sup>。为此,甜甜圈框架对于研究中国的可持续发展议题,具有潜在的科学指导价值。

## 4 结论

本文从概念内涵、理论基础、本地化拓展、存在的问题及改进方向等方面对甜甜圈框架的已有研究进行系统梳理,主要结论如下:

(1) 作为行星边界框架的拓展,甜甜圈框架有机整合环境边界和社会经济基本需求,将环境可持续性和社会经济发展纳入同一个分析框架,为全球范围内的可持续发展评估提供了新思路。

(2) 甜甜圈框架以稳态经济理论为理论基础,秉持强可持续性思维,强调既要一定的人造资本以满足人的社会经济需求,又要恒定的自然资本以确保环境的可持续性,应将资本流量合理调控在生态系统可承载限度之内。

(3) 在甜甜圈框架本地化拓展应用中,环境边界的确定主要包括具有强全球相关性的责任分配和具有强本地相关性的承载能力厘定两条路径,而社会经济边界的确定主要参考国际或本地既定政策目标。

(4) 甜甜圈框架的量化研究多以环境可持续性和社会经济发展的各自评估为主,缺乏对环境边界与社会经济边界之间传导机制的系统阐释。作为连接两类边界的重要变量,生态系统服务为探究其中的传导机制提供了可能。

(5) 甜甜圈框架的本地化应加强基于生态系统单元的可持续发展评估研究,以增进尺度逻辑的一致性。与此同时,以生态系统为基本单元探究环境边界、生态系统服务和社会经济边界之间的互动关系,将有助于增进对甜甜圈框架的机理性认识。

(6) 甜甜圈框架对全球可持续发展具有潜在的指导价值,尤其表现在对SDGs实现路径的科学支撑。该框架对区域可持续发展的指导仍处于起步阶段,有待进一步加强本



地化探究。再者, 甜甜圈框架与中国兼顾生态保护红线和社会经济底线的发展理念高度契合, 因此对中国的可持续发展具有较大的指导价值和应用潜力。同时, 中国的生态文明实践可推动甜甜圈框架的发展。

### 参考文献(References):

- [1] BRUNDTLAND G H. Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development. Oxford: Oxford University Press, 1987.
- [2] DE GROOT R, VAN DER PERK J, CHIESURA A, et al. Importance and threat as determining factors for criticality of natural capital. *Ecological Economics*, 2003, 44: 187-204.
- [3] EKINS P, SIMON S, DEUTSCH L, et al. A framework for the practical application of the concepts of critical natural capital and strong sustainability. *Ecological Economics*, 2003, 44: 165-185.
- [4] PELENC J, BALLEST J. Strong sustainability, critical natural capital and the capability approach. *Ecological Economics*, 2015, 112: 36-44.
- [5] ROCKSTRÖM J, STEFFEN W, NOONE K, et al. A safe operating space for humanity. *Nature*, 2009, 461(7263): 472-475.
- [6] RAWORTH K. A safe and just space for humanity: Can we live within the doughnut?. In: Oxfam Discussion Paper, 2012.
- [7] RAWORTH K. A doughnut for the Anthropocene: Humanity's compass in the 21st century. *The Lancet Planetary Health*, 2017, 1(2): e48-e49.
- [8] GAO J, WANG Y, ZOU C, et al. China's ecological conservation redline: A solution for future nature conservation. *Ambio*, 2020, 49: 1519-1529.
- [9] 张军泽, 王帅, 赵文武, 等. 可持续发展目标关系研究进展. *生态学报*, 2019, 39(22): 8327-8337. [ZHANG J Z, WANG S, ZHAO W W, et al. Research progress on the interlinkages between the 17 Sustainable Development Goals and their implication for domestic study. *Acta Ecologica Sinica*, 2019, 39(22): 8327-8337.]
- [10] 王红帅, 董战峰. 联合国可持续发展目标的评估与落实研究最新进展: 目标关系的视角. *中国环境管理*, 2020, 12(6): 88-94. [WANG H S, DONG Z F. The updated research progress of evaluation and implementation of sustainable development goals: From the perspective of goal relationship. *Chinese Journal of Environmental Management*, 2020, 12(6): 88-94.]
- [11] VEA E B, RYBERG M, RICHARDSON K, et al. Framework to define environmental sustainability boundaries and a review of current approaches. *Environmental Research Letters*, 2020, 15: 103003, Doi: 10.1088/1748-9326/abac77.
- [12] 陈先鹏, 方恺, 彭建, 等. 资源环境承载力评估新视角: 行星边界框架的源起、发展与展望. *自然资源学报*, 2020, 35(3): 513-531. [CHEN X P, FANG K, PENG J, et al. New insights into assessing the carrying capacity of resources and the environment: The origin, development and prospects of the planetary boundaries framework. *Journal of Natural Resources*, 2020, 35(3): 513-531.]
- [13] STEFFEN W, RICHARDSON K, ROCKSTRÖM J, et al. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 2015, 347(6223): 1259855, Doi: 10.1126/science.1259855.
- [14] SACHS J D. From millennium development goals to sustainable development goals. *Lancet*, 2012, 379(9832): 2206-2211.
- [15] SCHMIDT-TRAUB G, KROLL C, TEKSOZ K, et al. National baselines for the sustainable development goals assessed in the SDG index and dashboards. *Nature Geoscience*, 2017, 10: 547-555.
- [16] XU Z, CHAU S N, CHEN X, et al. Assessing progress towards sustainable development over space and time. *Nature*, 2020, 577: 74-78.
- [17] BOWEN K J, CRADOCK-HENRY N A, KOCH F, et al. Implementing the "sustainable development goals": Towards addressing three key governance challenges-collective action, trade-offs, and accountability. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2017, 26-27: 90-96.
- [18] STEFFEN W, SMITH M S. Planetary boundaries, equity and global sustainability: Why wealthy countries could benefit from more equity. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2013, 5: 403-408.

- [19] 诸大建. 用国际可持续发展研究的新成果和通用语言解读生态文明. 中国环境管理, 2019, 11(3): 5-12. [ZHU D J. Explaining eco-civilization from the frontier research and international perspective of sustainable development. Chinese Journal of Environmental Management, 2019, 11(3): 5-12.]
- [20] O'NEILL D W. The proximity of nations to a socially sustainable steady-state economy. Journal of Cleaner Production, 2015, 108: 1213-1231.
- [21] DALY H E. Beyond Growth: The Economics of Sustainable Development. Boston: Beacon Press, 1996.
- [22] O'NEILL D W. What should be held steady in a steady-state economy? Interpreting Daly's definition at the national level. Journal of Industrial Ecology, 2015, 19(4): 552-563.
- [23] BIERMANN F, BAI X, BONDRE N, et al. Down to earth: Contextualizing the Anthropocene. Global Environmental Change, 2016, 39: 341-350.
- [24] GALLI A, ĐUROVIĆ G, HANSCOM L, et al. Think globally, act locally: Implementing the sustainable development goals in Montenegro. Environmental Science and Policy, 2018, 84: 159-169.
- [25] COLE M J, BAILEY R M, NEW M G. Tracking sustainable development with a national barometer for South Africa using a downscaled "safe and just space" framework. PNAS, 2014, 111(42): e4399, Doi: 10.1073/pnas.1400985111.
- [26] HICKEL J. The sustainable development index: Measuring the ecological efficiency of human development in the anthropocene. Ecological Economics, 2020, 167: 106331, Doi: 10.1016/j.ecolecon.2019.05.011.
- [27] O'NEILL D W, FANNING A L, LAMB W F, et al. A good life for all within planetary boundaries. Nature Sustainability, 2018, 1: 88-95.
- [28] 方恺, 许安琪, 何坚坚, 等. “一带一路”沿线国家可持续发展综合评估及分区管控. 科学通报, 2021, 66(19): 2441-2454. [FANG K, XU A Q, HE J J, et al. Integrated assessment and division management of sustainable development in the Belt and Road countries. Chinese Science Bulletin, 2021, 66(19): 2441-2454.]
- [29] COLE M J, BAILEY R M, NEW M G. Spatial variability in sustainable development trajectories in South Africa: Provincial level safe and just operating spaces. Sustainability Science, 2017, 12: 829-848.
- [30] HAN D, YU D, QIU J. Assessing coupling interactions in a safe and just operating space for regional sustainability. Nature Communications, 2023, 14: 1369, Doi: 10.1038/s41467-023-37073-z.
- [31] 邵庆龙, 李默, 康鹏, 等. 可持续发展评估的新方法: “甜甜圈”理论的中国案例分析. 自然资源学报, 2022, 37(2): 334-347. [SHAO Q L, LI M, KANG P, et al. New approach of sustainability evaluation: A Chinese case study of the "Doughnut Theory". Journal of Natural Resources, 2022, 37(2): 334-347.]
- [32] DEARING J A, WANG R, ZHANG K, et al. Safe and just operating spaces for regional social-ecological systems. Global Environmental Change, 2014, 28: 227-238.
- [33] HOORNWEG D, HOSSEINI M, KENNEDY C, et al. An urban approach to planetary boundaries. Ambio, 2016, 45: 567-580.
- [34] 苏彦瑜, 李燕, 董旭辉. 湖北梁子湖流域社会生态系统可持续发展的“安全公正空间”. 应用生态学报, 2020, 31(12): 4206-4214. [SU Y Y, LI Y, DONG X H. "Safe and just operating space" for the sustainable development of the social-ecological system in the Liangzi Lake Catchment, Hubei province, China. Chinese Journal of Applied Ecology, 2020, 31(12): 4206-4214.]
- [35] BJØRN A, BEY N, GEORG S, et al. Is earth recognized as a finite system in corporate responsibility reporting?. Journal of Cleaner Production, 2017, 163: 106-117.
- [36] LIU J, HULL V, BATISTELLA M, et al. Framing sustainability in a telecoupled world. Ecology and Society, 2013, 18(2): 26, Doi: 10.5751/ES-05873-180226.
- [37] FERRETTO A, MATTHEWS R, BROOKER R, et al. Planetary boundaries and the doughnut frameworks: A review of their local operability. Anthropocene, 2022, 39: 100347, Doi: 10.1016/j.ancene.2022.100347.
- [38] LIU J, MOONEY H, HULL V, et al. Systems integration for global sustainability. Science, 2015, 347: 1258832, Doi: 10.1126/science.1258832.
- [39] VANHAM D, LEIP A, GALLI A, et al. Environmental footprint family to address local to planetary sustainability and deliver on the SDGs. Science of the Total Environment, 2019, 693: 133642, Doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.133642.
- [40] FANNING A L, O'NEILL D W, BÜCHS M. Provisioning systems for a good life within planetary boundaries. Global

- Environmental Change, 2020, 64: 102135, Doi: 10.1016/j.gloenvcha.2020.102135.
- [41] NORDHAUS T, SHELLENBERGER M, BLOMQUIST L. The planetary boundaries hypothesis: A review of the evidence. Breakthrough Institute: Conservation and Development Program, 2012.
- [42] 张军泽, 王帅, 赵文武, 等. 地球界限概念框架及其研究进展. 地理科学进展, 2019, 38(4): 465-476. [ZHANG J Z, WANG S, ZHAO W W, et al. Review on the conceptual framework of planetary boundaries and the development of its research. Progress in Geography, 2019, 38(4): 465-476.]
- [43] LADE S J, STEFFEN W, DE VRIES W, et al. Human impacts on planetary boundaries amplified by Earth system interactions. Nature Sustainability, 2020, 3: 119-128.
- [44] 侯鹏, 王桥, 申文明, 等. 生态系统综合评估研究进展: 内涵、框架与挑战. 地理研究, 2015, 34(10): 1809-1823. [HOU P, WANG Q, SHEN W M, et al. Progress of integrated ecosystem assessment: Concept, framework and challenges. Geographical Research, 2015, 34(10): 1809-1823.]
- [45] 戴尔阜, 王晓莉, 朱建佳, 等. 生态系统服务权衡: 方法、模型与研究框架. 地理研究, 2016, 35(6): 1005-1016. [DAI E F, WANG X L, ZHU J J, et al. Methods, tools and research framework of ecosystem service trade-offs. Geographical Research, 2016, 35(6): 1005-1016.]
- [46] RANDERS J, ROCKSTRÖM J, STOKNES P, et al. Achieving the 17 sustainable development goals within 9 planetary boundaries. Global Sustainability, 2019, 2(e24): 1-11.
- [47] HÄYHÄ T, LUCAS P L, VAN VUUREN D P, et al. From planetary boundaries to national fair shares of the global safe operating space: How can the scales be bridged?. Global Environmental Change, 2016, 40: 60-72.
- [48] ZIPPER S C, JARAMILLO F, WANG-ERLANDSSON L, et al. Integrating the water planetary boundary with water management from local to global scales. Earth's Future, 2020, 8: e2019EF001377, Doi: 10.1029/2019EF001377.
- [49] 陈先鹏, 方恺. 基于行星边界的中国省域环境可持续性时空格局及其影响因素研究. 生态学报, 2024, 44(2), Doi: 10.20103/j.stxb.202210283068. [CHEN X P, FANG K. The spatio-temporal patterns and the influencing factors of provincial environmental sustainability in China in accordance with the planetary boundaries. Acta Ecologica Sinica, 2024, 44(2), Doi: 10.20103/j.stxb.202210283068.]
- [50] GERTEN D, HECK V, JÄGERMEYER J, et al. Feeding ten billion people is possible within four terrestrial planetary boundaries. Nature Sustainability, 2020, 3: 200-208.
- [51] DOOLEY K, HOLZ C, KARTHA S, et al. Ethical choices behind quantifications of fair contributions under the Paris Agreement. Nature Climate Change, 2021, 11: 300-305.
- [52] DREES L, LUETKEMEIER R, KERBER H. Necessary or oversimplification? On the strengths and limitations of current assessments to integrate social dimensions in planetary boundaries. Ecological Indicators, 2021, 129: 108009, Doi: 10.1016/j.ecolind.2021.108009.
- [53] 方恺, 许安琪, 何坚坚, 等. 可持续发展目标实现进程中的环境效应分析: 以“一带一路”沿线国家为例. 浙江大学学报: 人文社会科学版, 2022, 52(3): 100-119. [FANG K, XU A Q, HE J J, et al. Analysis of the environmental effects of the UN Sustainable Development Goals: A case of the Belt and Road Initiative. Journal of Zhejiang University: Humanities and Social Sciences, 2022, 52(3): 100-119.]
- [54] 李扬, 汤清. 中国人地关系及人地关系地域系统研究方法述评. 地理研究, 2018, 37(8): 1655-1670. [LI Y, TANG Q. Review for the methodologies on man-land relationship and man-land areal system in China. Geographical Research, 2018, 37(8): 1655-1670.]
- [55] HU Y, SU M, WANG Y, et al. Food production in China requires intensified measures to be consistent with national and provincial environmental boundaries. Nature Food, 2020, 1: 572-582.
- [56] 史园莉, 高吉喜, 张文国, 等. 生态保护红线监管台账关键技术研究与应用. 生态学报, 2022, 42(21): 8892-8901. [SHI Y L, GAO J X, ZHANG W G, et al. Research on the key technology of ecological conservation redline supervision ledger. Acta Ecologica Sinica, 2022, 42(21): 8892-8901.]
- [57] 方利, 姚敏, 于忠伟, 等. “三区三线”统筹划定中永久基本农田布局优化方法与实证. 农业工程学报, 2022, 38(16): 42-50. [FANG L, YAO M, YU Z W, et al. Optimization method and empirical study on the layout of permanent basic farmland in the overall delimitation of "three land spaces and three control lines". Transactions of the CSAE, 2022, 38

(16): 42-50.]

- [58] 秦萧, 甄峰. 基于要素流动的城镇建设用地配置方法框架探讨. 自然资源学报, 2022, 37(11): 2774-2788. [QIN X, ZHEN F. Discussion on urban construction land allocation based on element flow. Journal of Natural Resources, 2022, 37(11): 2774-2788.]

## Progress towards the research on the doughnut-shaped framework as a novel roadmap for sustainable development assessment

CHEN Xian-peng<sup>1</sup>, FANG Kai<sup>2,3</sup>

(1. School of Law, Hangzhou City University, Hangzhou 310015, China; 2. School of Public Affairs, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China; 3. Center of Social Welfare and Governance, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China)

**Abstract:** Sustainable development is a hot topic of universal concern and heated discussion among all humanity. As an extension of the planetary boundaries framework to the socio-economic field, the doughnut-shaped framework provides new ideas for sustainable development assessment across the globe. This paper provides a systematic review and in-depth analysis of the concept, theoretical basis, localization expansion, existing problems, and improvement directions of the doughnut-shaped framework. The research has shown that the doughnut-shaped framework organically integrates environmental boundaries and basic socio-economic needs, thereby incorporating environmental sustainability and socio-economic development into the same analytical framework. This framework is based on the theory of steady-state economy, emphasizing the need for both a certain amount of man-made capital to meet human's socio-economic needs and a constant amount of natural capital to maintain environmental sustainability. The localization expansion applications of the doughnut-shaped framework mainly focus on the evaluations of environmental sustainability and socio-economic development respectively, lacking in-depth explanation of internal interaction mechanisms. In order to enhance the scientific understanding of the transmission mechanisms between environmental boundaries and socio-economic boundaries, it is urgent to strengthen research on the interactions between environmental boundaries, ecosystem services, and socio-economic boundaries based on ecosystem units. The guiding value of the doughnut-shaped framework for global and regional sustainable development needs to be further enhanced. Due to its high compatibility with China's development philosophy of balancing ecological protection red line and socio-economic bottom line, the doughnut-shaped framework has great potential for application in the field of sustainable development in China.

**Keywords:** sustainable development; doughnut-shaped framework; planetary boundaries; social-economic boundaries; ecosystem services