

可持续发展评估的新方法：“甜甜圈”理论的中国案例分析

邵庆龙¹, 李默^{2,3}, 康鹏⁴, 郭海男¹

(1. 深圳大学管理学院, 深圳 518060; 2. 香港中文大学(深圳)人文社科学院, 深圳 518172; 3. 新南威尔士大学土木与环境工程学院, 悉尼 NSW2052; 4. 中南林业科技大学生命科学与技术学院, 南方林业生态应用技术国家工程实验室, 长沙 410004)

摘要: “甜甜圈”理论是行星边界可持续发展评估体系中不可或缺的一部分。在原有的15个社会经济系统评估维度的基础上, 针对不同研究样本概括了每个维度对应的具体指标, 并总结了指标阈值设定的方法, 包括惯例的延续、经验的借鉴以及典型样本的参考等。在此基础上, 利用统计年鉴和中国综合社会调查(CGSS)数据, 创新性地将“十二五”规划文件中相关指标的预期值设定为阈值, 揭示了中国在收入水平和工作机会方面已达到最优状态, 贫困问题得到了一定程度的解决, 但水资源和能耗方面表现不佳; 中国南部地区“自西向东”可持续发展程度越来越高, 中国北部则是“自北往南”。社会经济系统需要在内容的丰富、理论的深化和阈值的客观设定等方面进一步完善。

关键词: 行星边界; “甜甜圈”理论; 社会经济系统; 阈值; 安全操作空间; 案例分析

进入21世纪, 气候变化、资源枯竭等需要人类共同应对的全球性危机日益加深, 客观上要求人类对有限地球资源的利用控制在其承载力范围之内^[1]。因此, 亟需制定出一套能够获得国际广泛认可的多维度可持续发展评价体系, 以便于厘定出一条能够维持地球系统的自我再生而又不危害后代生存的安全界限。在这一背景下, 1990年联合国开发计划署提出了人类发展指数, 但缺少生态环境与公平的考虑^[2]。在千年发展目标计划(Millennium Development Goals, MDGs)^[3]的经验基础之上, 2015年联合国“里约+20”峰会确定了17个可持续发展目标(Sustainable Development Goals, SDGs)^[4], 构成了相对完善的可持续发展评估指标体系。与此同时, 行星边界(Planetary Boundary, PB)作为另外一种不断趋于成熟的可持续发展评估体系, 也部分吸取了SDGs的内容^[5-7]。但与其较为松散的组织形式不同, 行星边界已发展成为涵盖生物物理系统(Biophysical Sphere)与社会经济系统(Socio-economic Sphere)两个方面的完整体系; 其评估指标之间也具有更为密切的统计关系。此外, 行星边界跨学科地运用多种方法对指标阈值进行量化核算, 为界定人类活动的“安全操作空间”(Safe Operating Space)提供了科学依据, 一经提出便引起了学界的热烈关注与讨论^[8]。

然而, 对于行星边界这一评估体系国内学界却鲜有讨论。现有中文文献仅聚焦于概

收稿日期: 2020-12-01; 修订日期: 2021-04-12

基金项目: 国家自然科学基金项目(71903131, 71701132); 广东省自然科学基金项目(2021A1515010987)

作者简介: 邵庆龙(1989-), 男, 广东深圳人, 博士, 副研究员, 研究方向为可持续发展评价、海洋经济与管理等。E-mail: shao.qinglong@foxmail.com

通讯作者: 郭海男(1988-), 女, 辽宁大连人, 博士, 助理教授, 研究方向为服务运作管理、流程优化与决策分析等。E-mail: guohn403@126.com

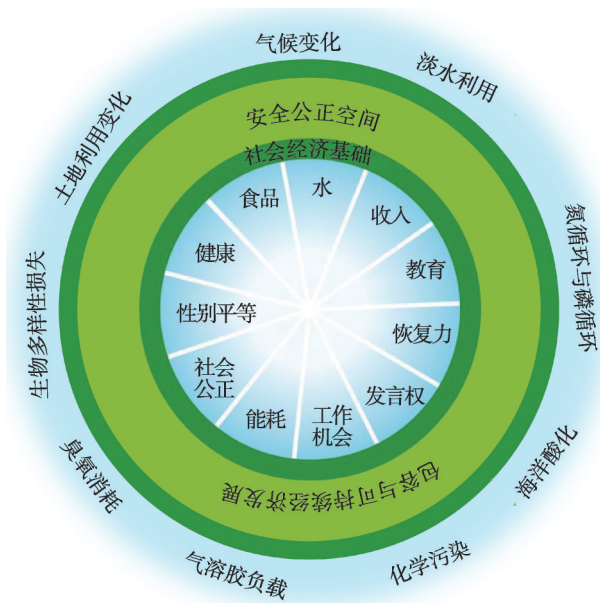
念介绍与研究进展^[9]; 在理论上探讨如何促进可持续发展目标和生态文明的实现^[10,11]; 并应用于资源环境承载力评估^[6]与国家尺度的环境可持续性评估^[12]。此外, 由于行星边界框架的雏形仅包含生物物理过程^[13], 导致后来衍生出的社会经济系统未引起足够关注, 即“甜甜圈”理论 (Doughnut Theory)。然而, “甜甜圈”理论引申出的社会经济维度已然发展成了对应于生物物理系统的有益补充, 是行星边界体系中不可或缺的一部分。因此, 本文将系统地介绍“甜甜圈”理论这一社会经济可持续发展评估的新方法, 总结现有文献中指标的选取和阈值的设定, 并首次利用中国省级截面数据为样本进行案例分析与讨论。

1 “甜甜圈”理论的框架与内容

1.1 社会经济系统的提出与融合: “甜甜圈”理论

研究肇始于 Rockström 等^[13]在 Nature 发表的作品, 首次提出了九项生物物理过程 (图1), 并认为边界 (Threshold) 之内是安全操作空间; 超过边界之外就会造成不可逆的破坏, 进而影响人类福祉^[14]。除了便于量化核算之外, 行星边界的另一个优势是可以同其他环境评估方法实现理论上的联结^[15], 还可以同环境足迹 (Environmental Footprints) 形成新的框架, 融合双方的优点^[16]。

但该行星边界框架仍存在一些缺陷, 如一些指标的计算难以实现从地区到国家层面的擢升^[17]; 仅用一个指标阈值去评估该领域在全球范围内的可持续发展程度难免会有偏差^[18,19]。更重要的是, 评估框架中仅包含生物物理过程, 缺少人类活动在社会经济领域对地球系统产生的影响, 即社会经济过程。为此, 2012年 Raworth^[20,21]提出了“甜甜圈”理论。该理论将社会经济系统结合到原有的行星边界框架中, 使得区域/国家的可持续发展评估结果成为一个包含两个边界、三个区域的简化可视化模型。如图1所示, 外边界是指环境天花板, 由 Rockström 等^[13]提出的九个生物物理过程构成, 超过这一边界就意味着环境状况不可逆的破坏。社会经济基础构成了内边界, 基于 MDGs 和 SDGs 的内容和实践经验, Raworth^[20]提出了11个具体指标 (图1)。低于这一边界就意味着人类基本生存权利的剥夺。内外两个边界之间的环形区域即为安全操作空间, 可以同时实现环境的保护、社会的公平正义以及经济的包容性可持续增长。此外, 社会经济系统的提出还将经济增长的目标从“唯 GDP 论”转向多指标的共同发展, 这与西方学者提出的“A-



注: 文献来源 Rockström 等^[13]、Raworth^[20]。

图1 行星边界下的生物物理系统与社会经济系统

Fig. 1 The bio-physical and socio-economic spheres under the planetary boundary framework

growth”^[22]、“De-growth”^[23]、以及“Prosperity without Growth”^[24]有相似的理论基础。

1.2 指标的选取

在Raworth^[20]之后，Hoornweg等^[25]将“流动与联通”“公共安全”等指标纳入该体系；O'Neill等^[26]进一步提出了“幸福感”指标，如表1所示。所有指标均采用百分比的形式，避免出现因为指标种类和单位不同而无法比较的情况。

表1 行星边界体系下社会经济系统维度的选取
Table 1 Selection of socio-economic dimensions under the planetary boundary framework

作者	社会经济系统维度												社会参与	流动与联通	公共安全
	水资源	收入	教育	恢复力	发言权	工作机会	能耗	社会公正	性别平等	健康	食品	幸福感			
Raworth ^[20]	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√				
Dearing等 ^[27]	√	√	√			√	√			√	√				
Cole等 ^[28]	√	√	√		√	√	√	√		√	√				√
Hoornweg等 ^[25]		√	√			√	√	√	√	√				√	√
O'Neill等 ^[26]		√	√		√	√	√	√		√	√	√	√		

1.2.1 水资源

SDGs目标6提出“确保所有人都能享有水及卫生使用及其永续管理”。因此能够获得干净水源的人口比例^[20,27]就成了学者度量水资源的指代变量。

1.2.2 收入

收入的高低是衡量贫穷的重要指标，消除贫困也是联合国SDGs中的首要目标。Raworth^[20]按照联合国标准以每人每天生活成本1.25美元作为衡量收入高低的阈值；后来O'Neill等^[26]将这一标准提高到1.90美元。

1.2.3 教育

SDGs目标4提出“确保有教无类、公平以及高品质的教育，及提倡终身学习”。因此，适龄儿童的小学入学率^[20]、适龄人口的初中入学率^[26]以及15~24岁之间人口的文盲率^[20]等成为了主要指代指标。

1.2.4 恢复力

恢复力是确保人类在面临全球性瘟疫、金融危机以及气候变化等风险时仍可实现生存和发展的关键指标^[20]。因此，气候变化应对措施、自然灾害预警和减缓体系及完善的社会保障体系等成了维持经济社会恢复能力的重要工具。

1.2.5 发言权

亚里士多德在《政治学》一书中提出“人天生是政治动物”。西方文明将政治参与作为评价社会公平正义的一个衡量指标。因此Raworth^[20]将民众的发言权囊括在了社会经济评估体系中，即政治参与的自由度。为量化这一指标，O'Neill等^[26]使用了“民主质量”，它包含自由言论、透明的政策制定与执行等内容。

1.2.6 工作机会

MDGs目标1要求政府提供“充分的生产就业和体面工作”；SDGs目标8也倡导“促进充分的生产性就业和人人获得体面工作”。因此就业率成了公认的代表变量^[20,25,26]。

1.2.7 能耗

与水资源相似，学者使用用电人口的占比来代表能源消耗^[20,26,27]。用电人口越多，说

明社会越公平, 能耗越多。因此用电人口占比是一个较为可靠的指代变量。Hoornweg等^[25]进一步将“能源强度”作为指代变量。

1.2.8 社会公正

实现社会公平正义是人类繁荣发展的重要基础^[24]。Raworth^[20]、Hoornweg等^[25]、O'Neill等^[26]利用“基尼系数”来度量社会公平的程度。基尼系数处于0~1之间, 越接近0表明收入分配越是趋向平等。Hoornweg等^[25]提出了将居住在贫民窟的人口比例作为衡量指标。Cole等^[28]从家庭财产的角度阐释社会公正, 将没有住宅产权的家庭占比和没有电冰箱的家庭占比作为衡量社会公正的标准。

1.2.9 性别平等

解决性别偏见对于建立良好的社会基础至关重要^[21]。Raworth^[20]分别使用国民议会中男女代表与男女雇员的数量差异作为指代变量。但这一定义受到了Hoornweg等^[25]的质疑, 他们认为前者只能代表小范围人群, 且选民更多地依据价值观和能力去评选代表, 而非性别; 后一个定义则忽略了农业人口和家庭主妇对社会的贡献。因此, 女性入学率成为了新的衡量指标。

1.2.10 健康

“降低儿童死亡率”和“提升孕产妇卫生保健水平”分别是MDGs的发展目标4和目标5。Raworth^[20]将这一指标定义为“定期获取基本医疗设备和必须药品的人口占比”。O'Neill等^[26]进一步深化, 使用了“卫生设施体系”和“人均预期寿命”。

1.2.11 食品

MDGs的首要目标就是“消除饥饿与极度贫困”; SDGs目标2也提出了“零饥饿”的概念。Raworth^[20]将营养不良人口的比例作为衡量指标; O'Neill等^[26]则以每人每天卡路里的摄入量作为食品是否充足的标准。

1.2.12 幸福感

幸福感是民众对于整体生活质量的主观评价。O'Neill等^[26]就用李克特问卷的调查结果核算了世界134个国家民众的幸福感。

1.2.13 社会参与

根据马斯洛的需求理论, 人天生有归属与爱的需求。社会参与是人实现归属感的重要途径, 也是自我价值实现的基础。O'Neill等^[26]首次将这一指标纳入社会经济评估体系, 用最亲近的家人和朋友的支持程度作为衡量标准。

1.2.14 流动与联通

Hoornweg等^[25]将人口的流动和联通能力纳入评估体系中, 因为城市经济的发展需要人与人直接的接触和沟通。指代变量包括人均小汽车拥有量、每人每天乘载公共交通工具的次数以及使用互联网人口的比例等。

1.2.15 公共安全

公共安全被Hoornweg等^[25]首次使用, 以某一城市每年每十万人火灾死亡人数、谋杀案件数、暴力犯罪案件数等来指代。

1.3 阈值的设定

确定“甜甜圈”评估体系中各指标的阈值是进行量化分析的重难点, 表2归纳总结了前人对阈值的界定。生物物理系统的指标往往有权威机构(如联合国、政府间气候变化专门委员会等)设定的客观标准或者学术界约定俗成的具体数值, 不易引起争议。相

表2 社会经济系统指标阈值的设定

Table 2 Threshold setting for socio-economic sphere indicators

指标	阈值的设定	文献来源
水资源	100%家庭在 200 m 范围内可以用到自来水	Cole 等 ^[28]
收入	国家贫困线（每人每月 577 兰特）以上的人口占比	Cole 等 ^[28]
	95%的人口每天收入高于 1.90 美元	O'Neill 等 ^[26]
教育	拥有 7 年以上教育经历的成人（20 岁以上）	Cole 等 ^[28]
	95%的适龄人口初中入学率	O'Neill 等 ^[26]
发言权	0.8 以上	O'Neill 等 ^[26]
工作机会	15~64 岁成人就业率	Cole 等 ^[28]
	年轻人失业率低于 12.8%	Hoornweg 等 ^[25]
	失业率低于 6%	Hoornweg 等 ^[25]
		O'Neill 等 ^[26]
能耗	100%的家庭可以用到电	Cole 等 ^[28]
	能源强度低于 8.9	Hoornweg 等 ^[25]
	95%的人口可以用到电	O'Neill 等 ^[26]
社会公正	100%家庭有产权房或电冰箱	Cole 等 ^[28]
	基尼系数在 0.2 以下；居住在贫民窟的人口占比在 18% 以内	Hoornweg 等 ^[25]
	基尼系数在 0.3 以下	O'Neill 等 ^[26]
性别平等	女性入学率在 95% 以上	Hoornweg 等 ^[25]
健康	1 岁以下婴儿的疫苗接种率；100%家庭有马桶或通风坑厕	Cole 等 ^[28]
	5 岁以下婴儿死亡率低于 17%	Hoornweg 等 ^[25]
	人均预期寿命 65 岁以上；95%的人口可获得优质的医疗设备和条件	O'Neill 等 ^[26]
食品	100%家庭拥有充足食物	Cole 等 ^[28]
	每人每天 2700 cal 以上	O'Neill 等 ^[26]
幸福感	坎特里尔阶梯表（0~10 之间）6.5 以上	O'Neill 等 ^[26]
社会参与	90%以上的人口可以获得家人和朋友的支持	O'Neill 等 ^[26]
流动与联通	人均家庭汽车拥有量高于 0.2；人均每天乘载公共交通的次数高于 0.35；使用互联网的人口比例高于 50%；每十万人中交通事故死亡人数低于 8.6	Hoornweg 等 ^[25]
公共安全	晚上在家附近散步时的安全感程度	Cole 等 ^[28]
	每十万人中火灾死亡人数低于 0.5；每十万人中凶杀案死亡人数低于 3.05	Hoornweg 等 ^[25]

较而言，社会经济系统指标的设定更为主观，难以找到令各方普遍认同的唯一标准。

学者依据经验设定阈值是社会经济评估体系中常见的形式。在“世界幸福报告”（WHR）0~10的阶梯中，大多数研究将 7 以上作为高度幸福感的标准。但 O'Neill 等^[26]发现坎特里尔阶梯表的数据比其他幸福感统计数据平均低 0.5，因此将 6.5 设定为阈值。对于食品指标的设定亦是如此：依据联合国粮农组织（FAO）规定的女性和男性的日均卡路里基本消耗量（分别为 2100 cal 和 2900 cal），消除性别差异取均值（2500 cal），然后再考虑食品在不同国家的非均等分配等因素，将阈值设定为 2700 cal。此外，其他指标 95%的阈值设定（如收入、教育、能耗、健康等）也是基于作者经验做出的判断。

另外一些指标阈值的设定则是参考典型样本。例如 O'Neill 等^[26]以“民主质量”

(-2.5~2.5)来代表发言权指标。考虑到英美是西方主要民主国家,所以将它们接近0.8的得分作为阈值。Hoornweg等^[25]根据世界卫生组织和联合国毒品和犯罪问题办公室2014年的数据均值,分别设定了每十万人火灾死亡人数和凶杀案死亡人数的阈值。

以上文献是针对多个国家和地区的评估,以超过阈值的国家/地区的比例作为最终的评估结果。而针对单一国家/地区,某一指标值(往往为百分比)即为最终评估结果。如Cole等^[28]将所有指标的最优状态设定为阈值(100%),然后考察每个指标距离这一最优状态的差距。以南非为案例,阈值即为著名的“重建与发展计划”的标准。因此,单一国家/地区的评估相对简单,可以采用具体数据指代各维度,也可用具体政策来设定阈值。这样虽然降低了主观性,但是无法实现横向对比,意义和作用相对较小。

整体而言,“甜甜圈”系统阈值的确定主要是根据惯例、经验和样本参考的方式来设定,相较于生物物理系统仍然存在明显的主观性强等缺陷,需要进一步深化和完善。

2 “甜甜圈”理论的案例分析:中国的可持续发展评估

2.1 背景介绍

基于前人研究,本文首次以中国30个省、自治区和直辖市为样本,创新阈值确定的新方法,考察行星边界框架下社会经济系统的可持续发展状态。具体地,主要采用“十二五”规划(2011—2015年)官方文件中相关指标在2015年的目标值作为阈值,然后考察2015年的实际发生值是否达到了预期目标,以此作为判定标准。这样做不仅在操作上简单直接,而且“十二五”规划文件具有权威性,消除了社会经济系统指标阈值设定中存在的主观性缺陷,提升了结果的可靠度。由于2020年各地区的统计年鉴数据尚未发布,无法使用“十三五”规划(2016—2020年)内容,因此采用2015年的截面数据。数据来源于《2016年中国统计年鉴》^[29]和中国综合社会调查(Chinese General Social Survey, CGSS)数据库^[30]。前者汇报2015年各地区社会经济指标状况;后者是中国最早和最全面的连续性学术调查项目,涉及到社会、政治、经济等方面,已成为学术界公认的权威数据库。

2.2 指标选取的标准与阈值的确定

本文选取了11项指标进行社会经济系统可持续发展的评估(表3),选取标准主要参考前人研究以便有据可依;同时也要结合中国实际,突出创新性。以幸福感指标为例,O'Neill等^[26]采用了WHR的数据来测度全球超过150个国家的主观幸福程度,但其中的中国数据过少且不分区域,因此本文采用了CGSS关于幸福观测度的数据。社会公正指标亦然,由于没有分区域的中国基尼系数数据,本文采用了恩格尔系数作为替代。但是在数据可得的情况下,本文依然会延续使用前人的指标,如工作机会^[28]和收入^[26]等。

相较于“甜甜圈”理论,本文增加了幸福感和社会参与指标,减少了恢复力和食品。增加的两项都是由O'Neill等^[26]在Nature Sustainability的作品中首次提出:幸福感测度主观综合感受,毕竟人类发展的终极目标是提升幸福感^[21];社会参与则是从心理学角度测度受访者的归属感和安全感。本文延续使用了这两个指标。恢复力由Raworth^[20]提出但并未给出对应的具体指标及测度结果,后人的研究也没有再将其纳入评估体系(表1)。O'Neill等^[26]用每人每天卡路里摄入量指代食品,但符合条件的中国健康与营养调查

表3 2015年中国社会经济系统指标的定义、选取标准、阈值以及数据来源

Table 3 Definitions, selection criteria, thresholds, and data sources for the socio-economic sphere indicators in China in 2015

社会经济指标	单位	指标选取标准	阈值	数据来源
幸福感	%	问题 A36: “总的来说, 您觉得您的生活是否幸福?” 将选择 “比较幸福” 和 “非常幸福” 的受访者比例作为幸福标准	各省/自治区/直辖市 70% 以上人口占比	CGSS2015
发言权	%	问题 A44: “上次居委会选举/村委会选举, 您是否参加了投票?” 将回答 “是” 的受访者比率作为拥有发言权的标准	49.6% 以上的居民参与过上次的居委会或村委会选举	
社会参与	%	问题 A61: “您目前是否参加了城市/农村基本养老保险?” 将回答 “参加了” 的受访者比例作为社会参与标准	59% 以上的居民参与养老保险	
健康	%	参与基本医疗险的人口比率, 即基本医疗险覆盖人口除以城镇总人口的值	80% 以上的城镇基本医疗保险参与率	2016 年中国统计年鉴
性别平等	—	女性人口除以男性人口的值	0.9346 以上的比率 (女性/男性)	
工作机会	%	各省、自治区和直辖市的 2015 年就业率	95% 以上的城镇登记就业率	
收入	\$	2015 年的日人均可支配收入	100% 的人口每天收入超过 1.90 美元	
社会公正	%	1-1/2 (农村恩格尔系数+城市恩格尔系数)	70% 以上 (恩格尔系数低于 0.30)	
教育	‰	每万人专利数, 即专利总数除以当地人口数	3.3 (每万人发明专利数)	
能耗	%	燃气普及率	94% 以上的城镇燃气普及率	
水资源	%	城镇用水普及率	95% 以上的城镇用水普及率	

(CHNS) 数据库^①仅包含 12 个省市的数据, 会造成结果的偏误与失真。因此延续 Hoornweg 等^[25]的做法, 本评估体系不使用这一指标。

幸福感、发言权和社会参与三项指标的数据均来源于 CGSS。幸福感的阈值为 70% 受访者的主观感受, 参考自英国国家统计局 2015—2016 年的统计标准^[31]。Chen^[32]、郑磊等^[33]认为选举是中国最普遍和流行的政治参与方式, 因此采用投票率指代发言权, 即受访者参与投票的均值 (49.6%)。此外, 加入社会基本养老保险是社会参与的重要方式, 因此将 2015 年实际参保率 (参保人口/总人数) 作为阈值^[29]。

其余 8 项指标数据来源于《2016 年中国统计年鉴》。其中, 健康指标采用 2015 年实际发生的基本医疗险覆盖率的均值作为阈值; 性别平等的阈值采用 2015 年世界女性对男性的比值 ($1/1.07=0.9346$)^[34]; 参考 O'Neill 等^[26], 收入指标以每日人均收入 1.90 美元这一国际标准作为阈值。由于统计年鉴不公布基尼系数, 本文使用恩格尔系数来替代社会公正指标, 即家庭收入中用于食物支出的比例。根据 FAO 的划分标准, 恩格尔系数处于 20%~30% 之间代表富裕、低于 20% 为非常富裕^[35]。因此选择 30% 的临界点, 即阈值为 70%。

此外, 工作机会、教育、能耗、水资源的阈值分别来源于《关于印发人力资源和社会保障事业发展规划 “十二五” 规划纲要的通知》《国民经济和社会发展的第十二个五年规划纲要 (2011—2015) 》《全国城镇燃气发展 “十二五” 规划的通知》《国民经济和社会发展的

① <https://www.cpc.unc.edu/projects/china/data/>。

第十二个五年规划纲要(2011—2015)》等官方文件的要求。

3 结果分析

3.1 指标评估视角的可持续发展评估

图2以可视化的形式展示了2015年中国社会经济系统11个指标的可持续发展评估结果。其中,绿色的外圈代表安全操作空间,是实现包容可持续发展的区域。灰色的楔形区域代表各指标在2015年的可持续发展程度,越接近100%说明可持续发展程度越高。两者之间的扇形红色区域是社会经济领域的“被剥夺”部分(Socio-economic deprivation)。因此,楔子越长、红色扇形的面积越小,说明该指标的可持续发展状态越好。整体而言,中国在工作机会和收入方面已经达到了最优状态,各地的城镇登记就业率均达到95%以上,居民的日人均可支配收入也都在联合国基准线1.90美元以上,凸显了中国政府在增加就业和消除贫困方面所做的努力^[36,37]。2020年11月23日中国最后一个贫困县“脱帽”,实现了改革开放40多年来中国7.5亿人口的脱贫,对全球减贫贡献率超过70%,推动了MDGs和SDGs的实现^[38]。不仅如此,中国还在巩固脱贫攻坚的成果之上传播减贫经验,携手推进国际减贫进程,努力构建人类命运共同体^[39]。

除上海、四川和广西外,几乎所有受访者都对目前的状况感到满意(选择“比较幸福”和“非常幸福”),这可能与工作压力过大和经济发展程度较低有关。其中天津受访者的主观幸福感最高,这与现实相符。此外,四分之三的地区在社会参与指标上取得了预期的成果,天津的社会参与程度最高,基本养老保险覆盖率达到87.85%。天津同为2015年中国基本养老保险覆盖率和主观幸福感最高的城市,与张扬等^[40]、蒲晓红等^[41]的研究结论一致,即基本养老保险是居民幸福感的重要影响因素,两者有显著的正向相关关系。本文的研究结果也从行星边界可持续发展评估的角度证实了这一结论。值得一提的是,天津还是在性别平等指标上得分最低的地区,意味着男性人数远高于女性,性别比例严重失调。这一现象一直延续到至今,《中国统计年鉴(2020)》显示2019年天津的男女性别比达到了123.2,仍处于全国第一。一个主要原因是天津的人口结构中外来人口的比例较大,且男性居多,因此男女性别比一直居于首位^[42]。

2015年中国一半的地区基本实现了社会公正,即恩格尔系数较低,贫富差距较小,主要集中在北部省份和东南江浙一带;华南和西南省份的得分普遍较低,贫富差距较为显著。以广东为例,2019年仅珠三角9市的经济产值就占了全省21市的80%左右^[43],区域发展极度不平衡。在得分最低的海南省,仅海口一市的GDP就达到了全省三分之一的

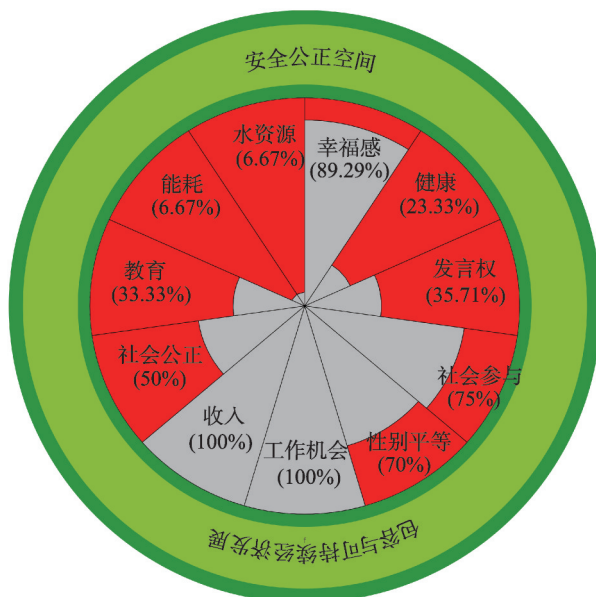


图2 2015年中国社会经济系统11个指标的可持续发展状态

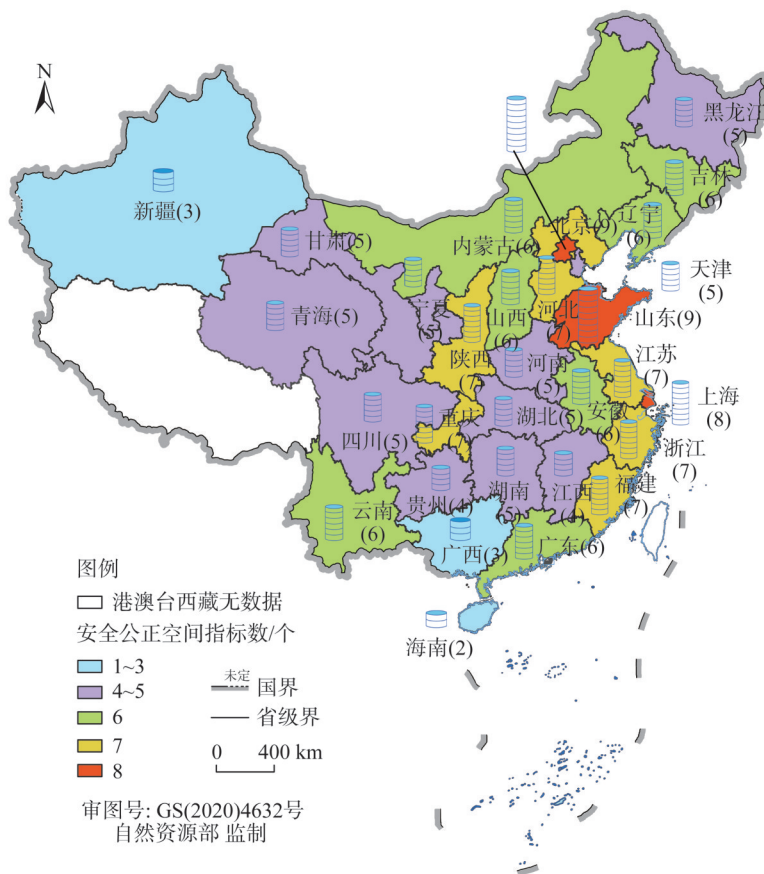
Fig. 2 Sustainability of the 11 socio-economic sphere indicators in China in 2015

比例,是排名第二的三亚市的2.5倍^[44],贫富差距也十分显著,且有进一步扩大的趋势。从这个角度来说,消除贫困县只是脱贫攻坚战的第一步,未来还需要减少低收入群体的比例,以政策为导向,推动其收入增长速度超过富裕群体,才有可能最终实现共同富裕。

上海拥有最高的发言权指标得分,参与选举投票的比例最高,显示了其卓越的基层民主治理的理论基础与实践能力^[45]。三分之一地区的每万人发明专利数超过了3.3,得益于良好的经济基础和丰富的教育资源,江浙两省一枝独秀。在体制机制上的创新下(如医疗保障局的设立等),重庆拥有了最高的基本医疗险覆盖率。中国在水资源和能耗方面的可持续发展得分最低,只有北京和上海两市同时在这两项指标上达标。

3.2 区域异质性视角的可持续发展评估

图3从区域异质性的角度展示了中国30个省、自治区和直辖市的可持续发展状态。整体而言,没有一个地区在所有11个社会经济系统指标上达标。北京和山东均实现了9个领域达标,位居第一,可持续发展程度最高。北京的性别比较高,男女数量差异较大,且居民的选举投票率过低;山东在燃气普及率和城镇用水普及率上未达到“十二五”规



注: 本图基于自然资源部标准地图服务系统下载的标准地图制作, 底图无修改。

图3 2015年中国30个省、自治区和直辖市的经济社会系统可持续发展状态

Fig. 3 Sustainability of the socio-economic sphere in China's 30 provinces, autonomous regions, and municipalities in 2015

划要求的94%和95%的标准。上海次之,在8个领域实现了可持续发展,未来还需要扩大基本医疗保险覆盖率、增加女性人口占比、多途径提升居民的主观幸福感(如稳定房价^[46]、改善生态环境质量和提高身心健康^[47]等)。

共有22个省、自治区和直辖市在5~7个领域实现了可持续发展状态,占据了研究样本的绝对主体。从地图上可以发现,如果以传统的“秦岭—淮河”为南北分界,那么中国南部将随着可持续发展程度的提高整体呈现出“自西向东”的趋势:从5个领域达标的四川、青海到6个领域达标的云南、安徽和广东,再到7个领域达标的东南沿海江浙地区。而中国北部则随着可持续发展程度的提高整体呈现出“自北往南”的趋势:从北部边境的黑龙江过渡到内蒙古、辽宁、吉林和宁夏,最后抵达河北、陕西和重庆等。如果再加上上文提及的中国南部最东部的上海以及中国北部最南边的山东,那么这两个趋势就更加明显。这些地区在城镇用水普及率和燃气普及率上均未达标,体现了中西部地区在水资源配置体系、水源工程建设、管网建设等基础设施领域的发展滞后。此外,它们在基本医疗保险覆盖率、专利数、收入差距等领域皆有待于进一步完善。

最后,海南的可持续发展程度最低,仅在收入和就业机会两个领域达标。江西和贵州、广西和新疆分别在4个和3个指标达标,除了以上两个领域之外,它们还普遍在性别平等和主观幸福感方面实现了可持续发展。

4 结论与讨论

行星边界是近些年引起海内外学界普遍关注的可持续发展评估体系。在原有的生物物理体系基础之上,通过吸收MDGs和SDGs的发展经验,Raworth^[20]提出了包含11个指标的社会经济系统,共同构成了“甜甜圈”理论体系。后来的研究者在指标的选择上增加了幸福感、社会参与、流动与联通和公共安全等;针对区域、国家和国际等多种类型的样本选择了不同的指代变量;依据惯例、经验和样本参考等方法设定阈值。最后,参考前人研究成果,本文首次以中国30个省、自治区和直辖市为样本,利用统计年鉴和CGSS的数据,将“十二五”规划官方文件中指标的预期目标作为阈值,综合考察了社会经济系统的可持续发展程度,实现了“甜甜圈”理论在中国的实践应用。从指标评估的角度来看,中国在收入和工作机会领域实现了可持续发展,居民的主观幸福获得感普遍较强,社会参与程度较高,贫困问题也得到了一定程度上的解决;但是中国在水资源利用与能源消耗方面存在明显的区域发展不均衡问题,中西部需要进一步的发展。从区域异质性角度来看,社会经济系统的可持续发展程度在中国南部呈现出“自西向东”逐渐升高的趋势,在中国北部呈现出“自北往南”逐渐升高的趋势。

为了进一步完善“甜甜圈”的可持续发展评估体系,未来的研究可以从以下几点着手:第一,丰富“甜甜圈”理论体系的内容。现有行星边界的研究多数仍然偏重于生物物理系统,有专门对某一具体指标的深入研究如水资源利用等^[48],而针对社会经济系统指标及其相互关系的研究乏善可陈。第二,跟SDGs、生态足迹、绿色增长等成熟的可持续发展体系和理论进行联结^[49,50],这有利于社会经济系统的发展和成熟。第三,解决阈值设定的主观性缺陷。要使得社会经济系统研究获得长足发展,解决阈值设定的主观性缺陷是必要前提。本文已利用“十二五”规划文件部分解决了这一问题,但仅限于有明确发展规划的单一国家研究样本中,对于多国家/地区的研究需要另辟蹊径。第四,将研究

从全球范围具体到国家甚至城市级别^[51]。研究样本的不同会遇到新的问题,但也会产生新的内容和成果。

参考文献(References):

- [1] 吴大放, 胡悦, 刘艳艳, 等. 城市开发强度与资源环境承载力协调分析: 以珠三角为例. 自然资源学报, 2020, 35(1): 82-94. [WU D F, HU Y, LIU Y Y, et al. Empirical study on the coupling coordination between development intensity and resources-and-environment carrying capacity of core cities in Pearl River Delta. Journal of Natural Resources, 2020, 35(1): 82-94.]
- [2] 毕明丽, 谢高地, 姚翠友. 人类可持续发展指数的改进及国际比较. 自然资源学报, 2020, 35(5): 1017-1029. [BI M L, XIE G D, YAO C Y. Improvement of human sustainable development index and international comparison. Journal of Natural Resources, 2020, 35(5): 1017-1029.]
- [3] FAO. Millennium Development Goals. URL: <http://www.fao.org/sustainable-development-goals/mdg/goal-1/en/> (accessed 17.01.21).
- [4] UNDP. Sustainable Development Goals. URL: <https://www.undp.org/content/undp/en/home/sustainable-development-goals.html> (accessed 17.01.21).
- [5] NASH K L, CVITANOVIC C, FULTON E A, et al. Planetary boundaries for a blue planet. Nature Ecology & Evolution, 2017, 1: 1625-1634.
- [6] ENGSTRÖM G, GARS J, KRISHNAMURTHY C, et al. Carbon pricing and planetary boundaries. Nature Communications, 2020, 11: 1-11.
- [7] 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.
- [8] 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.]
- [9] 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.]
- [10] 诸大建. 在“行星边界”内追求可持续发展目标的实现. 可持续发展经济导刊, 2019, (7): 53-56. [ZHU D J. Pursue sustainable development goals within planetary boundaries. China Sustainability Tribune, 2019, (7): 53-56.]
- [11] 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, (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, (3): 5-12.]
- [12] 方恺. 基于足迹家族和行星边界的主要国家环境可持续性多维评价. 生态环境学报, 2014, 23(11): 1868-1875. [FANG K. Multidimensional assessment of national environmental sustainability based on footprint family and planetary boundaries. Ecology and Environmental Sciences, 2014, 23(11): 1868-1875.]
- [13] ROCKSTRÖM J, STEFFEN W, NOONE K, et al. A safe operating space for humanity. Nature, 2009, 461(7263): 472-475.
- [14] STEFFEN W, RICHARDSON K, ROCKSTRÖM J, et al. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. Science, 2015, 347(6223): 1-10.
- [15] BAUM S D, HANDOH I C. Integrating the planetary boundaries and global catastrophic risk paradigms. Ecological Economics, 2014, 107: 13-21.
- [16] FANG K, HEIJUNGS R, SNOO G R D. Understanding the complementary linkages between environmental footprints and planetary boundaries in a footprint-boundary environmental sustainability assessment framework. Ecological Economics, 2015, 114: 218-226.
- [17] MACE G M, REYERS B, ALKEMADE R, et al. Approaches to defining a planetary boundary for biodiversity. Global Environmental Change, 2014, 28: 289-297.
- [18] LEWIS S L. We must set planetary boundaries wisely. Nature, 2012, 485: 417, <https://www.nature.com/articles/485417a#citeas>.

- [19] ASARA V, OTERO L, DEMARIA F, et al. Socially sustainable degrowth as a social-ecological transformation: Repoliticizing sustainability. *Sustainability Science*, 2015, 10: 375-384.
- [20] RAWORTH K. A safe and just space for humanity: Can we live within the doughnut?. *Oxfam Discussion Papers*, 2012, Doi: 10.5822/978-1-61091-458-1_3.
- [21] RAWORTH K. Doughnut economics: Seven ways to think like a 21st-Century economist. London: Chelsea Green Publishing, 2017: 320.
- [22] BERGH V D, JEROEN C J M. Environment versus growth: A criticism of "degrowth" and a plea for "a-growth". *Ecological Economics*, 2011, 70(5): 881-890.
- [23] SEKULOVA F, KALLIS G, RODRIGUEZ-LABAJOS B, et al. Degrowth: From theory to practice. *Journal of Cleaner Production*, 2013, 38: 1-6.
- [24] 邵庆龙. 无增长的繁荣: 基于蒂姆·杰克逊思想的评述. *经济资料译丛*, 2018, (2): 92-97. [SHAO Q L. Prosperity without growth: Comments for Tim Jackson's theories. *Journal of Translation from Foreign Literature of Economics*, 2018, (2): 92-97.]
- [25] HOORNWEG D, HOSSEINI M, KENNEDY C, et al. An urban approach to planetary boundaries. *Ambio*, 2016, 45: 567-580.
- [26] O'NEILL D W, FANNING A W, LAMB W F, et al. A good life for all within planetary boundaries. *Nature Sustainability*, 2018, 1: 89-95.
- [27] 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.
- [28] 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: E4399-E4408, Doi: 10.1073/pnas.1400985111.
- [29] 国家统计局. 2016年中国统计年鉴, <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2016/indexch.htm>. [NBS. China Statistical Yearbook 2016, <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2016/indexch.htm>.]
- [30] 中国人民大学中国调查与数据中心. 中国综合社会调查, <http://cgss.ruc.edu.cn/> (accessed 22.11.20). [National Survey Research Center. Chinese General Social Survey, <http://cgss.ruc.edu.cn/> (accessed 22.11.20).]
- [31] ONS. Personal well-being in the UK: 2015 to 2016, Office for National Statistics. London, 2016.
- [32] CHEN J. Subjective motivations for mass political participation in urban China. *Social Science Quarterly*, 2000, 81: 645-662.
- [33] 郑磊, 朱志勇. 教育是否促进了中国公民的政治选举投票参与: 来自CGSS2006调查数据的证据. *北京大学教育评论*, 2013, 11(2): 165-185. [ZHENG L, ZHU Z Y. Does education promote Chinese citizens' political election voting? Evidence from CGSS2006 survey data. *Peking University Education Review*, 2013, 11(2): 165-185.]
- [34] WB. World Development Indicators Database. 2020, <http://data.worldbank.org/news/new-country-classifications> (accessed 11.10.20).
- [35] MO H. Engel's coefficient at wealthy level in China: Official. China News Service, 2017-10-10, <http://www.ecns.cn/cns-wire/2017/10-10/276477.shtml>.
- [36] 罗翔, 李崇明, 万庆, 等. 贫困的“物以类聚”: 中国的农村空间贫困陷阱及其识别. *自然资源学报*, 2020, 35(10): 2460-2472. [LUO X, LI C M, WAN Q, et al. "Birds of a feather flock together": China's rural spatial poverty trap and its identification. *Journal of Natural Resources*, 2020, 35(10): 2460-2472.]
- [37] 李小云, 徐进. 消除贫困: 中国扶贫新实践的社会学研究. *社会学研究*, 2020, 35(6): 20-43. [LI X Y, XU J. Eradicating absolute poverty: A sociological study of China's new practice of poverty alleviation. *Sociological Studies*, 2020, 36(6): 20-43.]
- [38] 许可. 外交部: 中国对世界减贫贡献率超过70%. 新华社, 2020-10-20, http://www.gov.cn/xinwen/2020-10/20/content_5552568.htm (accessed 13.11.20). [XU K. Foreign Ministry: China has contributed more than 70% of the world's poverty reduction. *Xinhua News Agency*, 2020-10-20, http://www.gov.cn/xinwen/2020-10/20/content_5552568.htm (accessed 13.11.20).]
- [39] 和音. 为加速全球减贫进程贡献智慧和力量. *人民日报*, 2020-12-16, 第003版, http://www.gov.cn/xinwen/2020-12/16/content_5569717.htm. [HE Y. To contribute wisdom and strength to accelerating the global poverty eradication pro-

- cess. The People's Daily, 2020-12-16, version 003, http://www.gov.cn/xinwen/2020-12/16/content_5569717.htm.]
- [40] 张扬, 秦川申. 基本养老保险与居民主观幸福感: 基于广义精确匹配方法 (CEM) 的实证研究. 实证社会科学, 2020, 7(1): 40-56. [ZHANG Y, QIN C S. Basic pension insurance and residents' subjective well-being: An empirical study based on Coarsened Exact Matching. Social Science Research, 2020, 7(1): 40-56.]
- [41] 蒲晓红, 赵海堂. 基本养老保险对居民幸福感的影响及其机制研究. 社会保障研究, 2020, (3): 24-33. [PU X H, ZHAO H T. Study on the influence of basic pension insurance on happiness and its mechanism. Social Security Studies, 2020, (3): 24-33.]
- [42] 施美程. 天津人口增长变化特征及其影响研究. 城市, 2019, (11): 45-53. [SHI M C. Study on the variation characteristics and influence of population growth in Tianjin. City, 2019, (11): 45-53.]
- [43] 广东省统计局. 2020广东统计年鉴, http://stats.gd.gov.cn/gdtjnj/content/post_3098041.html. [GSB. Guangdong Statistical Yearbook 2020, http://stats.gd.gov.cn/gdtjnj/content/post_3098041.html.]
- [44] 海南省统计局. 2020海南统计年鉴, <http://stats.hainan.gov.cn/tjj/tjsu/ndsj/>. [HSB. Hainan Statistical Yearbook 2020, <http://stats.hainan.gov.cn/tjj/tjsu/ndsj/>.]
- [45] 秦德君. 上海治理70年: 从民主建政到“卓越的全球城市”: 上海超大型城市基层治理进程与线路. 上海行政学院学报, 2020, 21(5): 41-50. [QIN D J. The 70 years of Shanghai governance: From democratic government construction to "Prominent Global Metropolis": The process and path of grassroots governance of megacity like Shanghai. The Journal of Shanghai Administration Institute, 2020, 21(5): 41-50.]
- [46] 易成栋, 任建宇, 高璇. 房价、住房不平等与居民幸福感: 基于中国综合社会调查2005年、2015年数据的实证研究. 中央财经大学学报, 2020, (6): 105-117. [YI C D, REN J Y, GAO X. Housing price, housing inequality and residents' happiness: An empirical research based on CGSS data in 2005 and 2015. Journal of Central University of Finance & Economics, 2020, (6): 105-117.]
- [47] 陈惠雄. 通往幸福之路: 全面建成小康社会的结构逻辑与公共政策涵义. 财经论丛, 2021, (4): 106-112. [CHEN H X. The road to happiness: The structural logic and public policy implications of building a well-off society in an all-round way. Collected Essays on Finance and Economics, 2021, (4): 106-112.]
- [48] GLEESON T, WANG-ERLANDSSON L, ZIPPER S C. The water planetary boundary: Interrogation and revision. One Earth, 2020, 2: 223-234.
- [49] STOKNES P E, ROCKSTRÖM J. Redefining green growth within planetary boundaries. Energy Research & Social Science, 2018, 44: 41-49.
- [50] LI M, WIEDMANN T, HADJIKAKOU M. Towards meaningful consumption-based planetary boundary indicators: The phosphorus exceedance footprint. Global Environmental Change, 2019, 54: 227-238.
- [51] HACHAICHI M, BAOUNI T. Downscaling the planetary boundaries (Pbs) framework to city scale-level: De-risking MENA region's environment future. Environmental and Sustainability Indicators, 2020, 5: 1-13.

New approach of sustainability evaluation: A Chinese case study of the "Doughnut Theory"

SHAO Qing-long¹, LI Mo^{2,3}, KANG Peng⁴, GUO Hai-nan¹

(1. College of Management, Shenzhen University, Shenzhen 518060, Guangdong, China; 2. School of Humanities and Social Science, The Chinese University of Hong Kong, Shenzhen, Shenzhen 518172, Guangdong, China; 3. School of Civil and Environmental Engineering, University of New South Wales, Sydney NSW 2052, Australia; 4. Faculty of Life Science and Technology, National Engineering Laboratory for Applied Technology of Forestry & Ecology in South China, Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, China)

Abstract: The socio-economic sphere is an indispensable part of Planetary Boundary (PB) sustainability evaluation system. In this context, this article makes a comprehensive review of theoretical and empirical literature regarding the existing socio-economic sphere. First, an evaluation has been made for a total of 15 socio-economic sphere dimensions proposed by the "Doughnut Theory". Second, based on the different types of research samples in terms of industrial, national, and cross-country aspects, we illustrated and analyzed one or more specific indicators corresponding to each dimension. Finally, we summarize the indicator threshold setting methods, including the continuation of conventions, the reference of experiences and the reference of typical samples. On the basis of summarizing and evaluating previous research results, this article takes 30 provinces, autonomous regions, and municipalities in China as samples for the first time, using statistical yearbooks and the Chinese General Social Survey (CGSS) data to compare the corresponding indicators in the "Twelfth Five-Year Plan" (2011-2015) official document as the threshold, so that the sustainability status of China's socio-economic sphere under the PB framework has been evaluated. The results show that China has reached the optimal state in terms of income level and job opportunities, and the poverty problem has been partially alleviated, but the performance of water resources and energy consumption is not good. In terms of the improvement of sustainability level, Southern China shows a trend of "from west to east", while Northern China presents a trend of "from north to south". The socio-economic sphere needs to be further improved in terms of content enrichment, theoretical deepening, and objective setting of thresholds.

Keywords: Planetary Boundary (PB); "Doughnut Theory"; socio-economic sphere; threshold; safe operating space; case study