# 自然资本内涵及核算方法研究

苏子龙

**摘要：**自然资本是人类生存和发展所必须的物质基础。本文系统梳理了自然资本内涵发展，对自然资本与资本、生态系统服务等相关概念的关系进行了辨析，并阐述了目前主要的自然资本核算方法，认为非货币化核算方法较货币化核算方法更能有效分析自然资本实际利用情况。在此基础上，利用当前学界较为流行的三维生态足迹模型（非货币化核算方法），对安徽省合肥市2010~2015年间自然资本利用情况进行了示例分析。

**关键词：**自然资本；三维生态足迹；核算方法

**一、引言**

自然生态系统提供给人类赖以生存的物质基础和环境条件，是地球生命的重要支持系统[1]。然而，随着全球经济的快速发展以及人类需求的不断增加，自然资源紧缺、生态系统退化、环境污染严重、生物多样性锐减等生态环境问题相继迸发，造成经济增长于生态环境保护之间的严重冲突[2]。在此背景下，可持续发展理念应运而生，其本质上要求不能孤立的研究生态问题或者经济问题，故为协调两者关系，自然资本的概念被提出[3]。通过赋予自然生态系统资本属性，将生态学和经济学结合起来，为促进自然资源的有效利用、生态环境保护以及人与自然和谐共生提供理论支持。

**二、自然资本内涵**

**（一）自然资本内涵发展**

自然资本概念最早于20世纪40年代，由Vogt在其现代马尔萨斯主义经典著作《生存之路》（《Road to Survival》）中所提到，认为自然资源是国家发展的资本，即自然资本，并指出自然资源的耗竭会降低国家偿还债务的能力[4, 5]。但由于资源环境问题没有得到充足的重视，导致自然资本相关研究在近四十年的时间里进展缓慢。直到1987年，在著名的《布伦特兰报告》（《Our Common Future》）中提到了与之相近的“生态资本”，认为环境和生物圈是最基础的资本[1]。而自然资本是1990年Pearce和Turner在他们的著作《自然资源与环境经济学》（《Economics of Natural Resources and the Environment》）中提出，并将其作为评估可持续性的一项指标，但并未对自然资本进行定义[3, 6]。此后，自然资本研究开始逐渐增多，学者们也从不同角度对自然资本概念进行了界定，例如Brown和Ulgiati从能值评估的角度出发，认为自然资本是环境资源所产生的物质和能源的存量，并可划分为可再生存量和不可再生存量[7]；Neumayer将自然资本等同于自然界，认为自然资本是能够为人类提供物质和非物质服务流的自然，即资源、植物、物种和生态系统的总和[8]；国内学者陈劭锋和杨红将生态系统服务纳入自然资本，认为其是指现有的经济技术条件下，可为人类利用的自然物质和能量以及它所提供的生态服务的总称[9]。但目前运用较多的是1996年Daly对自然资本做出的定义，认为其是能够在现在或未来提供有用的产品流或服务流的自然资源及环境资产的存量[10]。

**（二）自然资本与相关概念辨析**

**1. 自然资本与资本**

资本是具有争议性的经济学概念，其定义尚不统一。西方经济学家如《国富论》作者Adam Smith等则将资本视为物，即能够增加利润之物，能够使资本家增加财富之物[11]。而根据马克思的《资本论》，资本是带来剩余价值的价值，且若将自然资本化，自然界就会变成买来买去的商品，就会成为资产阶级独自占有和垄断的物品，无产阶级和劳动人民则会被排斥在自然物品的占有和享用范围之外[12]。需要说明的是，虽然自然资本中含有资本二字，但由其内涵发展来看，自然资本与马克思所描述的资本和西方经济学中的资本含义存在一定的差异。一方面，马克思认为“资本不是一种物，而是一种以物为中介的人和人之间的社会关系”[13]，西方经济学中描述的资本是机器、厂房、工具等纯粹的物。相较之下，自然资本则作为人类生存并进行物质生产的基础，揭示的是人与自然根本的、协调共生的关系，是人与自然之间的一种互动平衡机制[11]。另一方面，从价值形成的一般机理来看，自然界确实参与了价值的形成。马克思曾在《哥达纲领批判》中指出，劳动不是一切财富的源泉，劳动本身不过是一种自然力即人的劳动力的表现，自然界同样是使用价值的源泉，而物质财富就是由使用价值构成的；恩格斯在《自然辩证法》中指出，自然界为劳动提供材料，劳动把材料转变成为财富，因此，劳动和自然界在一起才是一切财富的源泉，由此看来，劳动是财富之父，土地是财富之母。就此而论，马克思主义同样承认自然资本的存在[12]。

**2. 自然资本与生态系统服务**

生态系统服务是指自然生态系统及其所属物种形成于维持的人类赖以生存的条件过程[14]。生态系统服务与自然资本为从属关系，生态系统服务是由自然资本产生的，即由自然资本积累产生的物质流、能量流以及信息流形成了生态系统服务功能[5, 15]。

**三、自然资本核算方法**

自然资本核算方法主要是通过将不同类型的自然资本转换为具有相同计量单位的资本量，以实现自然资本的核算[1]。当前，自然资本核算可分为货币量核算和非货币化核算两种。其中，货币量核算中有较大影响力的是联合国统计署先后于1989年、1993年、2003年、2013年发布的综合环境经济核算体系（System of Environmental Economic Accounting, SEEA）[16]，该核算体系经过不断修正，以适应可持续发展需要，为建立绿色国民经济核算总量、自然资源和污染账户提供基本框架[17]。但货币量核算方法存一定的缺陷：一是核算方法不成熟，对生物多样性等关键自然资本因缺乏市场价格不能进行准确核算；二是市场价格存在波动，不能有效反应自然资本存量的实际情况。

相较之下，生态足迹法、能值分析法等非货币化核算方法，在评估自然资本实际利用情况上存在优势，规避了市场价格的影响。其中，生态足迹法是将自然资本换算成具有生态功能和生物生产力的地域空间（又称为“生态占用”），实现对各种自然资本的统一描述，并通过引入均衡因子和产量因子，进行各地区各类型自然资本的累加和比较分析[1]。近年来，生态足迹模型经过不断改进，衍生出三维生态足迹模型，能够有效评估自然资本的透支程度，已在学界开展大量案例研究。本文以安徽省合肥市为例，利用三维生态足迹模型对其进行自然资本现状分析。

**四、三维生态足迹模型及其应用示例**

**（一）三维生态足迹模型理念与方法**

生态足迹概念最早于1992年由Rees提出，强调满足人类发展需求的生产性土地数量[18]。随后，Rees与Wackernagel在1996年将生态足迹概念发展为生态足迹经典模型（二维生态足迹模型），其基本思路是采用生态足迹表征一定经济或人口规模下的自然资本需求，并利用该模型开展了国家层面自然资本研究，归纳出抑制自然资本存量减少的主要措施，包括控制人口增长、限制高消费、提升技术水平和效率、促进贸易公平、规范商业活动和资本流动、以及开征自然资本消耗税等[19, 20]。但经典生态足迹模型并未对自然资本加以区分，不能体现生态赤字在时间维度上的累积效应，其评估结构信息量存在不足[20]。故Niccolucci等提出基于经典二维生态足迹模型演化而来三维生态足迹模型，前者将生态足迹视为平面上的封闭曲线（圆），由生态承载力（内圆）和生态赤字（圆环）相加得到（如图1-a所示）；而后者则将生态足迹拉伸至一个圆柱体，圆柱体的底面表示足迹广度，圆柱体的高表示足迹深度（如图1-b所示），三维生态足迹由足迹广度和足迹深度相乘得到[20, 21]。



**图1 经典二维生态足迹模型与三维生态足迹模型对比图[20, 21]**

三维生态足迹模型计算公式为：

$EF=BC+ED=EF\_{size}×EF\_{depth}$ （1）

式中，EF为生态足迹，BC为生态承载力，ED为生态赤字，EFsize为足迹广度，EFdepth为足迹深度。其中，足迹广度表示一年内人类活动对区域自然资本流量的占用大小，即在生态承载力限度内实际占用的生物生产性土地面积，具有空间属性[20]，故其取值范围为0＜EFsize≤BC。

足迹深度表示在自然资本的消耗超过自然资本流量时，自然资本存量透支程度，即人类对超出生态承载力部分资源在时间上的累积，具有时间属性[20]，可以理解为区域生态生产性土地需要多少年才能生产出被消耗的自然资本存量，足迹深度计算公式为：

$EF\_{depth}=\frac{EF}{BC}=\frac{BC+ED}{BC}=1+\frac{ED}{BC}$ （2）

由式2可知，当EF≤BC时，ED=0，有EFdepth＝1，此时自然资本流量即可满足人类需求；当EF＞BC时，ED＞0，有EFdepth＞1，此时自然资本流量已不能满足人类需求，需要动用自然资本存量[21]。

**（二）应用示例**

本文拟选取安徽省合肥市（2010年~2015年）作为三维生态足迹模型应用示例。生态足迹（EF）和生态承载力（EC）核算方法与二维生态足迹相同。其中，均衡因子采用GFN（Global Footprint Network）发布的2016年《Working Guidebook to the National Footprint Accounts》中所提供的最新数据，耕地、林地、草地、水域和建设用地的均衡因子分别为2.52、1.28、0.43、0.35、2.52[22]；产量因子采用刘某承等[23]的研究成果，通过计算安徽省与全球的净初级生产力之比，得到耕地、林地、草地、水域和建设用地的产量因子分别为1.78、0.82、0.85、1.24、1.78。相应的，本示例中足迹广度和足迹深度的计算公式分别为：

$\left\{\begin{array}{c} 当ED\geq 0时, EF\_{size}=EC, EF\_{depth}=1+\frac{ED}{EC} \\ 当ED<0时, EF\_{size}=EF, EF\_{depth}=1\end{array}\right.$ （5）

**表1 土地足迹账户类型**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 账户类型 | 产品类型 | 土地类型 |
| 生物资源账户 | 稻谷、小麦、玉米、豆类、薯类、花生、油菜籽、芝麻、棉花、烟叶、蔬菜、禽蛋、猪肉、牛肉（86%）、羊肉（57%）、牛奶（72%） | 耕地 |
| 茶叶、苹果、梨、葡萄、油桐籽、油茶籽、板栗、竹材、木材 | 林地 |
| 牛肉（14%）、羊肉（43%）、牛奶（28%）\* | 草地 |
| 水产品 | 水域 |
| 建设用地账户 | 建设用地：居民工矿用地、交通用地、水电用地等 | 建设用地 |
| 能源账户 | 原煤、洗精煤、其他洗煤、型煤、焦炭、原油、汽油、煤油、柴油、燃料油、天然气 | 能源（虚拟） |

\*：合肥主要采取农牧结合饲养牛羊的方式，故草地主要承担着部分牛肉、羊肉和牛奶的生产

本示例中所涉及数据来源于《安徽省统计年鉴》（2010~2015），FAO的数据库FAOSTAT。特别的，FAOSTAT中未统计竹材全球平均产量，但鉴于我国竹林面积和产量远超其它国家[24]，故将我国竹材平均产量代替全球平均产量参与计算。其中，竹材全国产量由《中国统计年鉴》（2010~2015）得到，竹林面积由“第八次全国森林资源清查”结果得到。

计算结果如图2所示，2010年至2015年，合肥市人均生态足迹呈先减少后增加趋势，变化于0.540~0.570 ha/人之间，最低为2013年的0.543 ha/人。合肥市人均生态承载力呈逐年下降趋势，但降幅较缓，由2010年的0.447 ha/人下降至2015年的0.432 ha/人。自然资本利用情况方面，合肥市在研究时段内足迹深度均大于1，需要消耗自然资本存量来维持生产。足迹深度在2010~2013年基本呈现下降趋势，由2010年的1.274下降至2013年的1.232；在2013~2015年呈现快速上升趋势，迅速增长至2015年的1.293，为研究时段最高，表明2015年有近30%的消耗由存量资本提供，而这一消耗量已相当于近1.3倍自然资本流量，即自然资本流量不足导致资本存量消耗已成为合肥市当前经济社会发展的常态。



**图2 合肥市自然资本利用现状变化趋势图**

**五、结语**

本文对自然资本内涵发展和自然资本与资本、生态系统服务等相关概念的关系进行了梳理和辨析，并阐述和对比了目前主要的自然资本核算方法。在此基础上，利用非货币化核算方法——三维生态足迹模型对安徽省合肥市2010~2015年间自然资本利用情况进行了示例分析。然而，本文未能对自然资本相关基础理论、应用与管理、国内外研究及实践进展进行梳理和讨论，且受限于篇幅，本文在示例中并未对合肥市各账户自然资本利用情况展开分析。未来可继续深化自然资本相关理论研究，并基于此开展自然资本核算及应用管理等方面研究，为降低自然资本存量消耗、保障可持续发展提供理论和技术支撑。

**参考文献**

[1] 刘洋, 王爱国. 自然资本核算研究的理论与方法综述[J]. 会计之友, 2019(3): 26-31.

[2] 严也舟, 谭志敏, 宋鹏姬. 自然资本研究综述[J]. 会计通讯, 2017(22): 55-60.

[3] 朱洪革, 蒋敏元. 国外自然资本研究综述[J]. 外国经济与管理, 2006, 28(2): 1-7.

[4] Vogt W. Road to Survival [M]. New York: William Sloan, 1948.

[5] 项雅娟, 陆雍森. 生态服务功能与自然资本的研究进展[J]. 软科学, 2004, 18(6): 12-14.

[6] Pearce D. W., Turner R. K. Economics of natural resources and the environment [M]. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1990.

[7] Brown, M.T., Ulgiati S. Emergy evaluation of natural capital and biosphere services [J]. AMBIO. 1999, 28(6): 1-15.

[8] Neumayer E. Preserving natural capital in a world of uncertainty and scarce financial

Resources [J]. International journal of sustainable development and world ecology, 1998, 5(1): 27-42.

[9] 陈劭锋, 杨红. 自然资本、科技进步与经济的可持续增长[J]. 中国人口 资源与环境, 1999, 9(3): 25-29.

[10] Daly H. E. Beyond growth: the economics of sustainable development [M]. Beacon Press, 1996.

[11] 翁志勇, 张雅丽. 自然资本“异化”的解决: 自然资本条件-选择论[J]. 生态经济, 2005(1): 31-34.

[12] 张云飞. 准确把握“绿水青山就是金山银山”的科学意蕴[N/OL]. 2019-08-12. https://www.sohu.com/a/333237498\_345245.

[13] 马克思恩格斯全集(中文第二版). 北京: 人民出版社, 2001.

[14] Costanza R. d’Arge R., de Groot R., et al. The value of the world’s ecosystem services and natural capital [J]. Nature, 1997(387): 253-260.

[15] Costanza R. Social goals and the valuation of natural capital [J]. Environ. Moni. and Asses., 2003(86): 19-28.

[16] 刘高慧, 胡理乐, 高晓奇, 等. 自然资本的内涵及其核算研究[J]. 生态经济, 2018, 34(4): 153-158.

[17] 范振林. 可持续发展目标下的自然资本核算[N]. 中国自然资源报, 2020-7-14.

[18] Rees W. E. Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out [J]. Environment and Urbanization, 1992, 4(2): 121-130.

[19] Wackernagel M., Rees W. E. Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth [M]. British Columbia: New Society Publishers, 1996.

[20] 方恺, Reinout H. 自然资本核算的生态足迹三维模型研究进展[J]. 地理科学进展, 2012, 31(12): 1700-1707.

[21] Niccolucci V., Bastianoni S., Tiezzi E. B. P., et al. How deep is the footprint? A 3D representation [J]. Ecological Modelling, 2009(220): 2819-2823.

[22] Lin D., Hanscom L., Martindill J., et al. Working Guidebook to the National Footprint Accounts: 2016 [M]. Oakland, USA: Global Footprint Network, 2016.

[23] 刘某承, 李文华, 谢高地. 基于净初级生产力的中国生态足迹产量因子测算[J]. 生态学杂志, 2010, 29(3): 592-597.

[24] 谢鸿宇, 叶慧珊. 中国主要农产品全球平均产量的更新计算[J]. 广州大学学报(自然科学版), 2008, 7(1): 76-80.