# 对环境足迹的指标分类与整合进行分析

来源：网络 作者：落花无言 更新时间：2024-02-14

*自 202\_ 年足迹家族的概念提出至今，系统性与综合性已成为足迹研究者追求的重要目标。随着生物多样性足迹、土地足迹、能源足迹、化学足迹、氮足迹、磷足迹、社会足迹和经济足迹等一系列足迹指标相继出现，足迹研究突破了以往聚焦某些经典足迹指标的局...*

自 202\_ 年足迹家族的概念提出至今，系统性与综合性已成为足迹研究者追求的重要目标。随着生物多样性足迹、土地足迹、能源足迹、化学足迹、氮足迹、磷足迹、社会足迹和经济足迹等一系列足迹指标相继出现，足迹研究突破了以往聚焦某些经典足迹指标的局限，试图从全局的视角统观人类活动对地球环境系统的压力和影响，在国际上引发了强烈的关注与反响。《科学》(Science)最近刊文，高度评价了足迹类指标在可持续发展领域的重要贡献，并指出以降低人类足迹为目标的全球性技术、资源和经济变革迫在眉睫。一般认为，环境可持续性、经济可持续性和社会可持续性是共同支撑人类可持续发展的三重支柱。其中，环境可持续性既是社会和经济可持续性的前提与基础，同时也是最难以实现的瓶颈因素。作为整个足迹家族中最主要、最核心的部分，环境足迹为全面测度地球环境系统的人为压力及其影响、科学评价环境可持续发展状态提供了一条可行的途径。本文以环境足迹为研究对象，探讨指标分类的新框架，在此基础上尝试性地提出两种环境足迹的整合范式，以期为环境综合评价提供科学依据。

1 环境足迹分类框架

随着环境足迹阵容的不断扩大，指标分类日益为各国学者所关注。国际上的相关研究主要有 ：将碳足迹、水足迹、能源足迹、排放足迹和工作环境足迹与生命周期评价(LCA)相结合，从而形成环境绩效战略评价体系;将生态足迹、碳足迹、水足迹分别归为土地类、LCA 类、物质流分析(MFA)类指标;将环境足迹细分为碳足迹、水足迹、能源足迹、土地足迹和水污染足迹;将环境足迹重新定义，包括生态足迹、碳足迹、绿水足迹、蓝水足迹、灰水足迹和材料足迹。上述分类方法各有侧重，但或多或少存在着一些明显的缺陷 ：(1)环境足迹类型涵盖不全面，一些重要的足迹指标被遗漏 ;(2)未对资源消耗和废料排放的足迹类型作明确区分 ;(3)未对生态足迹和水足迹等经典足迹作进一步分类 ;(4)未考虑内部组分加和方式对足迹指标类型的影响。鉴于此，本节将根据各类足迹指标所涉及资源代谢方式和组分加和方式的不同，分两步构建一个新的环境足迹分类框架，以便为探寻足迹整合研究范式奠定基础。

1.1 步骤一：基于资源代谢方式初步分类根据所涉及资源代谢方式的不同，可将环境足迹分为资源足迹和排放足迹两大类，其中一些资源足迹或(和)排放足迹还组成了复合足迹。下面分别予以论述。

1.1.1 资源足迹

资源足迹旨在表征产品生命周期中因自然资源开采而产生的环境压力或影响。按资源性质的不同分为可再生资源足迹和不可再生资源足迹两类。其中，可再生资源足迹包括绿水足迹、蓝水足迹和土地足迹等 ：绿水足迹是指存储于土壤、并通过蒸发或植物蒸腾消耗的淡水体积 ;蓝水足迹是指存储于地表和地下并被消耗的淡水体积;土地足迹以供给所需生物资源所占用的土地面积表示。不可再生资源足迹包括化石能源足迹、材料足迹和生物多样性足迹等 ：化石能源足迹通常以中和化石能源碳排放所占用的林地面积表示;材料足迹主要是指人类消耗的金属、建材和矿物等不可再生资源，也有研究将可再生资源包含在内;生物多样性足迹考查的是世界自然保护同盟红色名录所列的濒危物种，故也将其视为不可再生资源。

1.1.2 复合足迹

复合足迹是指由上述若干资源足迹或(和)排放足迹组成的环境足迹，如生态足迹、水足迹和污染足迹等。其中，生态足迹包括了属于可再生资源的土地足迹和不可再生资源的化石能源足迹 ;水足迹包括了属于可再生资源的绿水足迹和蓝水足迹，以及排放足迹下的灰水足迹 ;污染足迹则由排放足迹下的灰水足迹、氮足迹、磷足迹和化学足迹组成，这里暂不考虑它们之间可能存在的账户重叠问题。

1.2 步骤二：基于组分加和方式进一步分类某些资源足迹和排放足迹还可进一步细分为不同组分。以材料足迹为例，其金属部分包括了锑(Sb)足迹、铜(Cu)足迹、铝(Al)足迹、铁(Fe)足迹等多种组分，目前有两种方式对其加和 ：

(1)假定所有组分的权重系数均为 1，等权加和所有材料消费量，所得结果代表了材料消耗的总质量;(2)引入非生物质损耗潜势(ADP)作为权重，将所有材料的消费量与其对应 ADP 相乘，加和得到考虑稀缺度差异的材料消费量。其中，ADP 以 Sb 为基准，通过对比全球储量与现有消耗速度之间的关系，表征了不同材料在全球范围内相对于 Sb 的稀缺度。2 环境足迹整合范式足迹整合是当前环境足迹研究中最核心也最具挑战性的课题。一些学者做了有益的探索，总结起来主要有以下几项工作 ：为实现生态足迹、碳足迹和水足迹在区域尺度上的方法一致性，提出了基于区域投入产出(MRIO)的足迹核算框架;为确保环境足迹在机构尺度上的方法一致性，基于 LCA 计算各类环境足迹;为保证结果的可比性，分别通过多标准优化法和生态时间法将各类环境足迹转换为欧元和时间。

但是总的来看，足迹整合研究还处于起步阶段，尚未形成共识性、普适性的整合路径。鉴于足迹内部的组分加和对足迹间整合有着重要启示作用，本节基于已构建的环境足迹分类框架，尝试性提出以下两种足迹整合范式。

3 结论与展望环境

足迹是近年来国际生态经济学研究的热点课题。本文基于所涉及的资源代谢途径，将环境足迹分为资源足迹、排放足迹和复合足迹三大类 ;基于足迹内部各组分之间的加和方式，又进一步细分等权加和特征化加和两类。该分类框架对环境足迹整合有着重要的启示作用，据此提出了两种整合范式 ：一种基于系统资源代谢，采用实物量等权加和所有物质输入、输出与消耗，从而实现了以绝对质量为单位的资源总足迹、排放总足迹和环境总足迹的公式化表达 ;另一种基于 LCIA，通过特征化加和清单物质达到核算各类环境足迹的目的，并对它们进行标准化和权重化处理，最终得到无量纲的环境影响综合评价指数。包含清晰系统边界和所有物质组分的清单分析是实践两种范式的基础。LCA 主要适用于微观层面，而在中观和宏观层面引入 MFA、MRIO 或混合方法进行清单分析往往更为可行。因此，如何弥合不同尺度清单数据分析手段之间的差异，应作为今后环境足迹研究的一个重要方向。此外，由于环境影响有全球性、区域性和本地性之分，无论是特征化模型的开发、标准参照系的选取，还是权重因子的确定，都应符合具体研究的实际情况。在数据可得性有保证的前提下，以上两种范式均可用于产品、机构、区域乃至国家等各尺度的环境足迹核算与整合。当然，环境足迹仅能表征人类活动作用于地球环境系统的压力和影响，只有与承载力指标相结合，才能真正实现由环境影响评价向环境可持续性评价的转变。

本DOCX文档由 www.zciku.com/中词库网 生成，海量范文文档任你选，，为你的工作锦上添花,祝你一臂之力！