

“碳足迹”（Carbon Footprint）的概念源自于“生态足迹”（Ecological Footprint），主要以二氧化碳排放当量（CO₂ equivalent，简写成CO₂eq）表

示人类的生产和消费活动过程中排放的温室气体总排放量

。相较于单一的二氧化碳排放，碳足迹是以生命周期评价方法评估研究对象在其生命周期中直接或间接产生的温室气体排放，对于同一对象而言，碳足迹的核算难度和范围要大于碳排放，其核算结果包含着碳排放的信息。

目前碳足迹可以按照其应用层面分成

“国家碳足迹”、“城市碳足迹”、“组织碳足迹”、“企业碳足迹”、“家庭碳足迹”、“产品碳足迹”以及“个人碳足迹”。

国家碳足迹

包括所有为了满足家庭消费、公共服务以及投资所排放的温室气体或二氧化碳。国家、部门或者地域层级，国际比较通用的主要是《IPCC国家温室气体清单指南》(IPCC,2006)以及《ICLEI城市温室气体清单指南》(ICLEI,2009)。

企业碳足迹

企业碳审计

的实施，需以碳足迹评价为基础，通过碳足迹评价得出企业碳排放量，在此基础上开展审计工作。国际范围内碳足迹评价标准可借鉴ISO14064和GHG Protocol，结合两者，以生命周期法为基础，核算出的企业生产活动产生的直接和间接的温室气体或二氧化碳排放。

产品碳足迹

是指某一产品在其生命周期过程中所导致的直接和间接的CO₂及其他温室气体（以CO₂排放当量的形式表示）排放总量。

个人碳足迹

主要是针对个人或家庭的生

活方式和消费行为，计算出相关的温室气体或二氧化碳排放量

。针对个人碳足迹的计算，目前已有许多网站提供了专门的“碳足迹计算器”，只要输入一定的生活数据，可以计算出相应的“碳足迹”。

碳足迹的核算方法

生命周期评价方法（Life cycle assessment,LCA）

作为一种评价工具，主要应用于评价和核算产品或服务整个生命周期过程，即从摇篮到坟墓的能源消耗和环境影响。从摇篮到坟墓一般指的是从产品的原材料收集到生产加工、运输、消费使用及最终废弃物处置（ISO,1998）。目前比较常用的生命周期评价方法可以分为下列三类（依据方法的系统边界设定和模型原理）：

（1）过程生命周期评价（Process-based,PLCA），该方法是最传统的生命周期评价法，同时仍然是目前最主流的评价方法（ISO,1998;SETAC,1993,1998）。

根据ISO颁布的《生命周期评价原则与框架》（ISO14040）（ISO,1998），该方法主要包括四个基本步骤：目标定义和范围的界定、清单分析、影响评价和结果解释，而每个基本步骤又包含一系列具体的步骤流程。过程生命周期评价方法，采用“自下而上”（bottom-up）模型，基于清单分析，通过实地监测调研或者其它数据库资料（二手数据）收集来获取产品或服务在生命周期内所有的输入及输出数据，来核算研究对象的总的碳排放量和环境影响。对于微观层面（具体产品或服务方面）的碳足迹计算，一般采用过程生命周期法居多。该方法优势在于能够比较精确地评估产品或服务的碳足迹和环境影响，且可以根据具体目标设定其评价目标、范围的精确度。但是由于其边界设定主观性强以及截断误差等问题，其评价结果可能不够准确，甚至出现矛盾的结论。

（2）投入产出生命周期评价（Input-outputLCA,I-OLCA）

：克服过程生命周期评价方法中边界设定和清单分析存在的弊端，引入了经济投入产出表，这个方法又称为经济投入产出生命周期评价（Economicinput-outputLCA,EIO-LCA）。

此方法主要采用的是“自上而下”（up-bottom）模型，在评估具体的产品或服务的环境影响时，首先‘自上’表示需要先核算行业以及部门层面的能源消耗和碳排放水平，此步骤需要借助于间隔发表（非连年发表）的投入产出表

，然后再根据平衡方程来估算和反映经济主体与被评价的对象之间的对应关系，依据对应关系和总体行业或部门能耗进行对具体产品的核算。

该方法一般适用于宏观层面（如国家、部门、企业等）的计算，较少应用于评价单一工业产品。

该方法优势在于能够比较完整地核算产品或者服务的碳足迹和环境影响。但是该方法的评估受到投入产出表的制约，一方面时效性不强，因为该表间隔数年定期发布，另外表中的部门不一定能够很好与评价对象相互对应，故而一般无法评价一个具体产品，同时也不能够完整核算整个产品生命周期的排放（运行使用和废气处理阶段均不核算）。

（3）混合生命周期评价（Hybrid-LCA,HLCA），指的是将过程分析法和投入产出法相结合的生命周期评价方法，按照两者结合方式，目前可以按照其混合方式将其划分为三种生命周期评价模型：(A)分层混合、(B)基于投入产出的混合和(C)集成混合。总体来讲，该方法的优势在于不但可以规避截断误差，又可以比较有针对性评价具体产品及其整个生命周期阶段（使用和废弃阶段）。但是前两种模型易造成重复计算，并且不利于投入产出表的系统分析功能的发挥；而最后一种模型则由于难度较大，对数据要求较高，尚且停留于假说阶段。

需要定量评估产品碳足迹核算标准对于碳足迹的影响，以具体产品为研究对象，选取的传统的过程生命周期评价方法较为恰当。

产品碳足迹核算标准

由于许多国家或组织均开发并出台了针对不同系统层级的碳足迹核算标准，所以目前碳足迹标准种类较多。

在产品

层级，主要的国际标准主要有三个：《PAS2050:2011产品与服务生命周期温室气体排放的评价规范》（BSI,2011）、《产品生命周期核算与报告标准》（GHG Protocol）（WRI,WBCSD,2011）以及《ISO14067产品碳足迹量化与交流的要求与指导技术规范》（ISO,2013）。

PAS2050

，全称“PAS2050:2011产品与服务生命周期温室气体排放的评价规范”；其标准配的指导标准PASguide的全称为“GuidetPAS2050:2011：如何核算产品碳足迹、识别热点和减少供应链的碳排放”。PAS2050是世界上首例针对产品碳足迹的核算标准，为企业提供了一个一致的方法评估产品生命周期内温室气体的排放（Sinden,2009），该标准首版由英国标准协会

（BSI）编制，于2008年10月29日发布。该标准的最初发起者是由英国环境、食品和乡村事务部（Defra）和英国碳信托（Carbon Trust）两个组织联合发起的。该标准主要应用于对产品和服务在整个生命周期（fullife-cycle）中所产生的温室气体排放量进行核算与评估，这里的全生命周期（fullife-cycle）指的是产品从原材料的收集到产品的加工生产、后期产品的市场分配和销售、消费者使用以及产品废弃后废弃物处理的全过程。2011年，PAS2050的修订版出台，相较于2008年的首版，其更具有针对性并且适用范围更加广泛的组织机构。

GHGProtocol

全称为“产品生命周期核算和报告标准”，其发布单位是由两个组织（WRI和WBCSD）联合制定，正式发表于2011年10月，是一项面向公众开放的标准。GHGProtocol标准是根据生命周期评价标准（ISO14044）制定的，是用于评测产品的生命周期碳排放的报告，旨在帮助企业或组织针对产品设计、制造、销售、购买以及消费使用等等环节制定相应的碳减排

策略。早在2010年，GHGProtocol标准草案就已经出台，并且经过60家公司进行试用和测试，在关于碳足迹核算的规定、要求和指导等方面，GHGProtocol被认为是最为详细和清晰的。

ISO14067，是国际标准化组织

（ISO）根据PAS2050标准发展而来，其全称比较简单直观，就叫“产品碳足迹”，2012年10月4日，在国际标准化组织的官网上，该标准的草案版被公布，该标准提供了产品碳足迹核算最基本的要求和指导，被认为是更具普遍性的标准，其正式版本发布于2013年。在ISO14067

中，产品碳足迹的定义为：基于生命周期法评估得到的一个产品体系中对温室气体排放和清除的总和，以二氧化碳当量（CO₂eq）表示其结果。ISO14067规定研究目标必须说明开展研究的原因，预期的应用以及观众（Soodeeta1,2013）。ISO14067标准颁布之后，其它产品碳足迹的相关标准将被终止使用或者根据此国际标准进行修正。