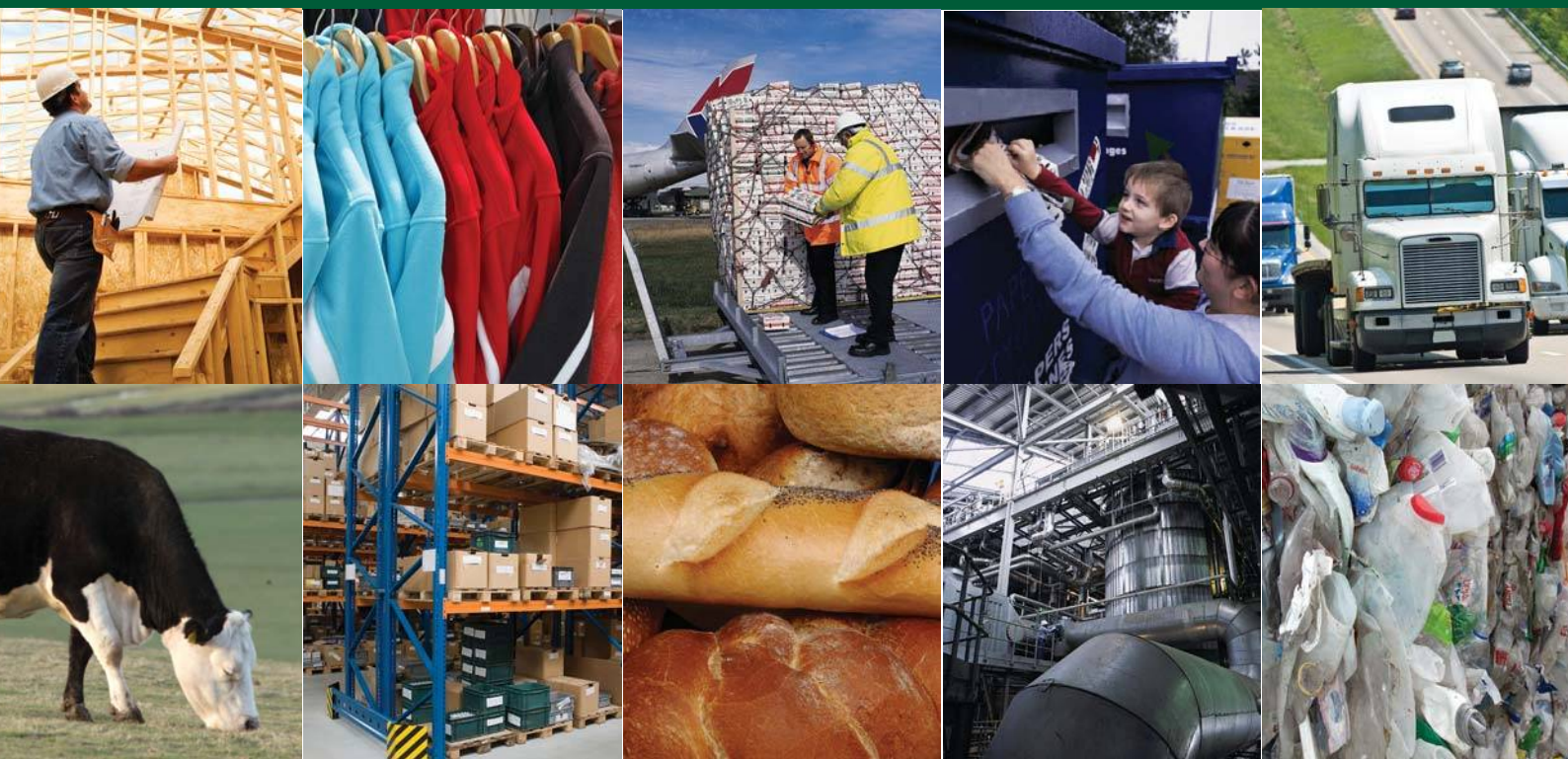


《PAS 2050规范》使用指南

如何评价商品和服务的碳足迹



《PAS 2050规范》 使用指南

如何评价商品和服务
的碳足迹



鸣谢

感谢以下组织协助制定本指南。

碳基金

英国环境、食品及农村事务部

英国标准协会（BSI）

PE国际公司

食品和饮料联合会

曼切斯特商学院

EuGeos有限公司

英国ADAS公司

2008年在英国第一次印刷

出版单位：

英国标准协会

389 Chiswick High Road

伦敦 W4 4AL

© 皇家版权 2008 和 碳基金会版权 2008

无论任何一种格式，您可免费重复使用本出版物（但不包括任何政府部门或机构的标志），用于研究、个人学习或某个组织的内部传阅。您必须准确地使用本出版物，避免错误地使用它。本出版物的版权为皇家和碳基金会共同拥有，在使用时必须提供本出版物出处的名称。

在我们标出任何第三方的版权材料之处，您在使用时将需要得到有关版权持有者的许可。

至于本材料的任何其它用途，请通过“点击使用PS许可证”提出申请或以信函方式寄给以下单位：

Office of Public Sector Information

Information Policy Team

Kew

Richmond

Surrey

TW9 4DU

电子邮件：licensing@opsi.gov.uk

排版：Helius, Brighton and Rochester, UK。

印刷：in Great Britain by The Charlesworth Group, Wakefield, West Yorkshire, UK

大英图书馆出版数据编目

可从大英图书馆索取本书目录的记录

ISBN 978-0-580-64636-2

目录

引言	1
第一节：启动阶段	5
设定目标	5
选择产品	6
供应商参与	7
第二节：产品碳足迹的计算	9
步骤1：过程图绘制	10
步骤2：边界核查及优先序确定	12
步骤3：数据收集	15
步骤4：碳足迹计算	20
步骤5：不确定性检查（可选项）	34
第三节：后续步骤	37
审定结果	37
减排	37
通报碳足迹并公布减排量	39
附录一：《PAS 2050规范》在各类不同产品中的应用	41
附录二：服务示例	43
附录三：产品碳足迹的计算——工作示例	47
附录四：不确定性分析	55
术语表	57

引言

气候变化与产品的碳足迹

‘碳足迹’是一个用于描述某个特定活动或实体产生温室气体（GHG）排放量的术语，因而它是供各组织和个体评价温室气体排放对气候变化贡献的一种方式。为了减少温室气体排放，有必要认识这些气体排放及其排放源。过去，等待测量其碳足迹的各公司把关注的重点放在它们自己的各种排放上，但目前它们越来越关切整个供应链中的排放。

供应链的GHG排放包括与各个过程有关的但公司自身却无法控制的排放，测量供应链中的GHG排放既可在公司层面上，也可在某个单一产品层面上。这有利于在公司层面和产品层面开展供应链排放评价；但是，《PAS 2050规范》和本指南的重点仅放在产品层面的各种排放上。

在本指南中，‘产品’一词通篇既指各种有形产品（即各种商品），也指服务产品（即各类服务）；文中突出了与各类服务有关的任何差异。附录二 描述了两个关于服务的碳足迹评估的示例。

对于各公司，测量各种产品在其整个生命周期内的碳足迹是收集其所需信息的一种强有力的途径，以便：

- 减少各种GHG排放；
- 识别节约成本的机会；
- 将排放影响融入有关供货、材料、产品设计、制造等过程的决策；
- 展示在环境责任或企业责任方面的领导作用；
- 满足客户对产品碳足迹信息的需求；
- 区分和满足来自于‘绿色’消费者的需求。



本指南解释如何根据《英国标准协会公众可获取的规范2050:2008》或简称《PAS 2050规范》中规定的方法评价某个单一产品（无论是商品或是服务）在其整个生命周期内的GHG排放——即从原材料一直到生产（或提供服务）、分销、使用和处置/再生利用所有阶段的GHG排放。

《PAS 2050规范》的背景

《PAS 2050规范》是由碳基金和英国环境、食品和乡村事务部（Defra）联合发起,英国标准协会（BSI）为评价产品生命周期内温室气体排放而编制的一套公众可获取的规范。《PAS 2050规范》是一个独立的标准,通过两次正式咨询和多个技术工作组的工作,国际范围内学术界、商界、政府组织和非政府组织（NGO）的利益相关方和专家为该规范的编制做出重要贡献。该评估方法已通过多家公司的检验,检验过程涉及多种类型的产品和一系列行业,其中包括:

- 商品和服务;
- 生产厂家、零售商和贸易商;
- 从商业-到-商业（B2B）以及从商业-到-消费者（B2C）;
- 英国和国际供应链。

《PAS 2050规范》能够带来以下效益:

- 对于各公司,本规范可提供:
 - 对产品生命周期内的GHG排放开展内部评估;
 - 在对产品GHG排放产生的影响的基础上,对可替代产品的配置、经营选择和资源选择等作出评价;
 - 作为测量和通报减排量的一项基准;
 - 通过采用一个通用的、公认的和标准化的方法,为比较各产品的GHG排放提供支持;
 - 支持企业责任报告。

- 对于客户（如果公司选择了通报其产品碳足迹的做法），该规范可提供:
 - 对报告的各类产品在其生命周期内GHG排放所依据的某个标准化的、**确凿的**方法的可信度;
 - 更好的理解其购买决定如何影响GHG的排放。

‘产品碳足迹’这个术语是指某个产品在其整个生命周期内的各种GHG排放,即从原材料一直到生产（或提供服务）、分销、使用和处置/再生利用等所有阶段的GHG排放。其范畴包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）和氮氧化物（N₂O）等温室气体以及其它类气体,其中包括氢氟碳化物（HFC）和全氟化碳（PFC）。¹⁾

本指南的目的、范围和结构

虽然《PAS 2050规范》提供了一套用于评估某个产品碳足迹的标准方法,但是本指南将通过提供有关具体和实际做法的指南协助商业界实施上述规范。本指南并非替代《PAS 2050规范》而是应当始终与《PAS 2050规范》配套使用。

本指南的目的如下:

- 使所有行业内的各种公司（无论公司规模大小）能够评价其产品生命周期内的碳足迹,并识别出实现减排的各种机会;
- 为计算产品层面的GHG排放和确定减排机会的优先序而对最佳做法、工具和框架进行共享。

《PAS 2050规范》和本指南把关注焦点仅放在某个产品生命周期内产生的各种 GHG 排放上。这两个文件不考虑其它潜在的环境、社会和经济影响（如:生物多样性、用水、劳动标准和其它产品影响）。

¹⁾ 关于完整的温室气体清单,参见IPCC (政府间气候变化专门委员会) 的出版物: *气候变化 2007: 自然科学基础*以及《PAS 2050规范》的附录A。

在《PAS 2050规范》中描述的方法可用于评价以下任何一类产品在其生命周期内的GHG排放：

- 从商业-到-消费者（B2C）的各类商品，只要客户是终端用户；
- 从商业-到-商业（B2B）的各类商品，只要客户是另一个商户，而该商户将该产品用作其自身各种活动的输入；以及
- 服务既可属于B2C类，也可属于B2B类。

本指南解释如何把《PAS 2050规范》应用于上述每一种环境，但重点放在某个典型的消费商品上。在本指南中，突出强调了《PAS 2050规范》中的B2C类应用与B2B类商品或服务之间存在的任何差异。关于这些差异的总结，参见附录一。

本指南有关各节的顺序排列如下：

1. 启动阶段

设定目标；
选择产品；
供应商参与。

2. 产品碳足迹的计算

步骤 1: 过程图绘制；
步骤 2: 边界核查及优先序确定；
步骤 3: 数据收集；
步骤 4: 碳足迹计算；
步骤 5: 不确定性检查（可选项）。

3. 后续步骤

审定结果；
减排；
通报碳足迹并公布减排量。

第一节

启动阶段

本节涉及几个重要的初始步骤，以确保《PAS 2050规范》得到快速、有效的实施，并确保实施结果有助于决策。

设定目标

通常确定产品碳足迹的目标是减少GHG排放；但是某些组织可在该总体目标下设定各项具体目标。首先定义产品层面的GHG评价并达成一致，这为通过以下方式开展一个高效和有效的评价过程奠定基础：

- 能够有效的选择产品，以便在评价完成时产生的评价结果更有用；
- 为计算碳足迹的范围、边界和数据提供指导，以及
- 通报有关核查方法（如需要）的选择情况。

《PAS 2050规范》可适用于不同层面的要求，这取决于碳足迹的用途。在一个高层面上，《PAS 2050规范》可用于指导开展内部评价，包括确定排放的“热点”，如：把行动的重点放在哪些方面才能减少某个产品整个生命周期内的GHG排放。但是，该方法无法产生能够经得起第三方核查的碳足迹信息，而且该方法不适于对外声明。如果目标是为了认证并向客户通报产品的碳足迹，则将需要进行更精确的分析。产品碳足迹（或相同产品随时间的碳足迹）之间的比较只有通过在各产品之间采用保持一致的数据源、边界条件和其它假设，并使碳足迹结果经独立核查才能实现。

当通过以下任何一种方式通报产品碳足迹时，核查成为考虑的重要因素：

- 公司内部通报（如：不同的子公司均采用具有一致性的方式向企业层面报告，以评价碳绩效）；或
- 公司对外通报，如向商业客户或消费者通报有关购置决定、组合选择决定或其它决定的信息。

在设置目标过程中和在确定碳足迹的一般过程中，包括公司各个不同领域的人是有益的。选择多少人数将取决于贵组织的规模；关于所能够参与某些特定职能的示例，参见下一页。规模小的组织可不必每个工作领域都派代表，但应当确保在启动阶段顾及到这些方面。



谁应参与？

在一个规模较大的组织中，内部的参与者可能包括（在适用的情况下）来自下述领域的代表：

- 高级管理层
- 环境/企业社会责任（CSR）
- 市场营销/沟通
- 生产
- 采购/供应链
- 物流
- 能源
- 财务/绩效管理
- 分析师¹，将负责牵头开展碳足迹的计算

¹ 许多公司聘用第三方顾问进行产品的碳足迹分析。这一决定取决于在可用的内部资源以及外部专家提供专业知识的费用之间进行的权衡。

召集项目团队举办一系列介绍性和确定范围的研讨会是有益的，这些研讨会可以讨论上述问题以及下述启动阶段的其它问题。

启动阶段要考虑的关键问题

- 为什么计算产品的碳足迹？目标是什么？预期结果又是什么？
- 基于这些目标，对产品选择应设定什么准则？
- 什么产品可以满足这些准则？
- 谁是主要供应商的联系人？
- 为该项目提供什么资源和预算？
 - 例如，外部顾问与内部资源和专业知识
- 将用什么样的管理/决策结构指导该项目？
- 将需要多长时间？
- 谁负责什么，以及他们将提供什么？

产品碳足迹的计算并不需要所有的利益相关方全程参与，而是需要：

- 就目标达成初步协议；
- 全过程输入（如帮助收集数据），以及
- 讨论结果和今后的步骤。

参与程度取决于个人的职责，以及所选择进行碳足迹计算的产品的复杂性和/或数量。

约定目标将有助于确定现行项目团队的规模。如果目标是测试有关某个产品的方法，但最终要把该方法推广到其它产品，那么更有效的做法是，该组织和供应链中的各种人群从一开始就参与。同样，如果是测试一种以上的产品，这可能影响到数据的收集方式及其格式。谨慎的做法可能是实现数据收集方法的标准化，并进行分析，以便您所提交结果的方式具有一致性。

选择产品

在选择进行碳足迹计算的产品时，首先是基于项目目标设定总体准则，然后确定哪些产品最能满足这些准则。产品的选择准则应直接源自项目开始时约定的目标，选择准则是确定范围（多少产品、产品类型、不同尺寸的产品等）的一个关键组成部分。

选择产品时需要考虑的关键问题包括：

- 哪些产品可能产生最大的减排机会？
- 哪些比较与公司的GHG减排战略最为相关？例如，比较：
 - 产品规范；
 - 制造过程；

- 包装选择;
 - 分销方法。
- 从产品的差异和竞争力的角度看哪些产品最重要?
 - 哪些品牌/产品最具有减排潜力和市场营销机遇?
 - 供应商如何愿意和/或能够参与?
 - 碳足迹分析可能对关键的利益相关方产生什么影响?
 - 有多少时间和资源可用于碳足迹分析?

一旦选定了产品，下一步就是指定功能单位（参见《PAS 2050规范》第5.8²⁾节）。一个功能单位反映了产品被最终用户实际消费的方式（如250毫升的软饮料，1000小时的灯光照明，一个晚上的酒店住宿），或者将一位B2B客户作为一项输入（如1千克糖）。

在计算碳足迹时，确定功能单位是一个非常重要的步骤。为了进行计算，功能单位可以被认为是一特定产品的一个有意义的数量。

功能单位很重要，因为它提供了比较的基础，并且如果愿意，功能单位还提供了通报结果的基础。使用一个较大的单元（如一片铝板，相对于一个软饮料罐）进行实际分析可能更为容易。这样做是可能的，只要明确了解这一分析单元与功能单位之间的关系，以便在分析结束时转换回功能单位。

选择一个功能单位时，可能没有单一的正确答案，但是，它应该是一个容易了解并能被其他人所用的单元。通常，在其它标准中已经存在针对特定行业的指南，如食品生产中有关营养信息的功能单位。

服务说明：当计算服务的碳足迹时，定义功能单位尤为重要。

- 客户认为他们所购买的是什么?
- 什么数量的服务具有代表性?
- 公司想用什么来进行碳足迹比较?
- 客户可能想用什么进行比较?

供应商参与

供应商的参与对于了解产品的生命周期以及收集数据至关重要。通常情况下，公司完全了解自己的生产过程；但是，在公司边界以外的地方，对过程、材料、能量需求和废物的了解却往往有很大的不同。

作为内部初始讨论的一部分，考虑下述问题是有益的：

- 谁是主要的供应商、零售商、废物管理公司等?
- 他们可以提供什么信息?
- 他们如何愿意和/或能够支持项目，如对于要求他们提供的信息是否存在任何商业敏感性?
- 谁将为这种关系承担责任?



²⁾ 本指南引用《PAS 2050规范》的具体章节时，指的是2008年版本的《PAS 2050规范》。

考虑制定一项供应商参与计划，该计划包括以下内容：

- 如何让供应商对碳足迹感兴趣，包括分析的目的和供应商的潜在效益，如：以下机遇：
 - 发现节约碳/节省成本的机遇；
 - 宣布他们正在合作开展碳管理；
 - 设立联合排放目标；
 - 改善与商业客户等的关系/信誉。
- 他们将需要的信息，包括可能的实地考察和关键的联系；

- 估计需要召开的会议/研讨会；
- 如何处理保密问题——为获得必要的信息，必须尽早克服法律/保密问题。

供应商参与应纳入总体项目工作计划，其作用、责任和目标应明确界定并得到理解。

总而言之，重新开始将有助于确保产品碳足迹的计算过程具有成本效益，并可能提供全方位的效益。

第二节

产品碳足迹的计算

《PAS 2050规范》采取生命周期评价（LCA）方法，评价与商品或服务有关的GHG排放，使公司能找出办法，以最大限度地减少整个产品系统的排放。

《PAS 2050规范》建立在列在下面框图中的指导原则的基础上（参见《PAS 2050规范》第4.2节）。

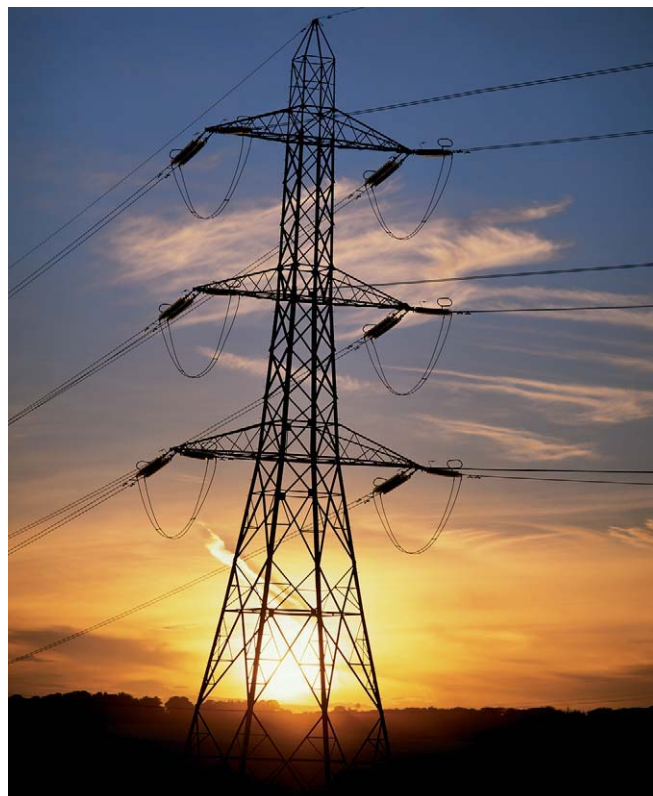
计算任何商品或服务的碳足迹都有五个基本步骤：

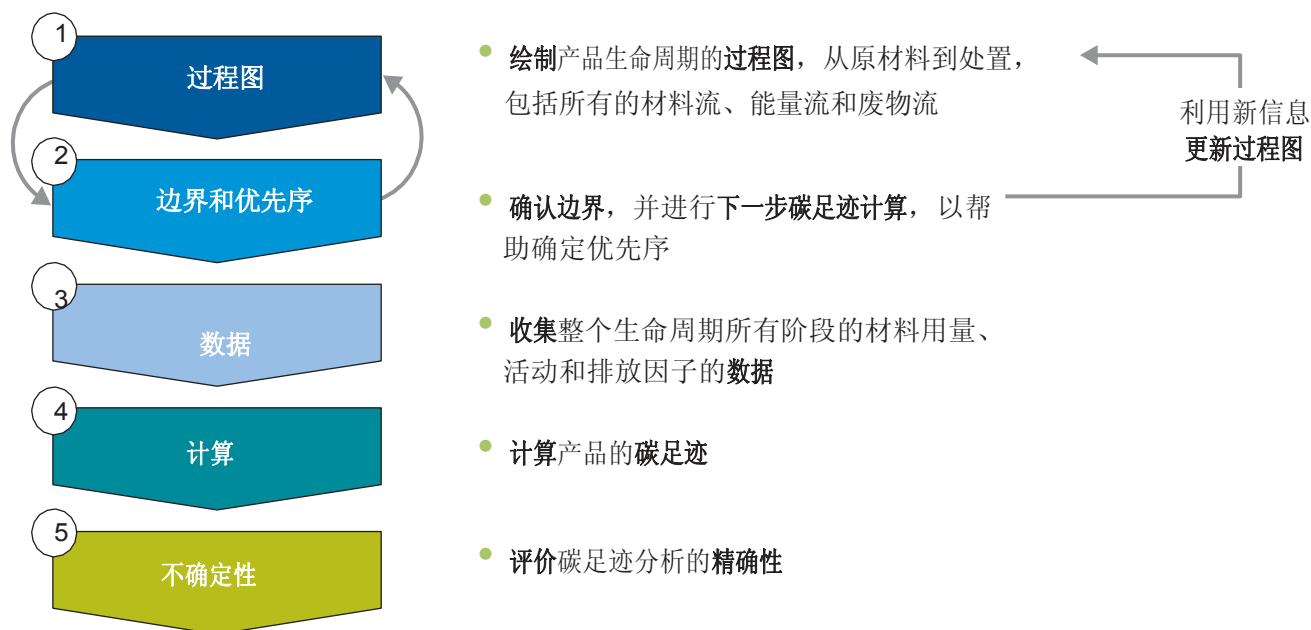
- 绘制一张过程图（流程图）；
- 检查边界并确定优先序。

- 收集数据；
- 计算碳足迹；
- 检查不确定性（任选项）。

“不确定性”是一个统计术语，用于确定某个输入或计算的准确度或精确度。有关更多信息，参见本指南中的步骤5：检查不确定性。

相关性	选择适合于评价所选产品生命周期GHG排放的源、数据和方法
完整性	包括所有对一个产品生命周期排放提供“实质性”贡献的GHG排放和存储
一致性	在GHG的相关信息中能够进行有意义的比较
准确性	尽可能地减少误差和不确定性
透明度	在通报结果时，披露足够的信息，以允许第三方作决定





计算碳足迹的五个步骤

步骤1：过程图绘制

这一步骤的目的是确定对所选产品生命周期有贡献的所有材料、活动和过程。最初的头脑风暴法有助于绘制一张高水平的过程图，然后通过案头研究和走访供应链加以完善。过程图在整个碳足迹计算过程中作为一种宝贵的工具，提供了走访的起点，并提供了指导收集数据和计算碳足迹的图示参考。

为了绘制一个产品的过程图，首先要通过大量使用内部的专业知识和现有的数据或者进行案头研究，把所选产品的功能单位分解为各个组成部分（如原材料、包装）。产品规格或材料单是一个很好的起点。首先着眼于最重要的输入，然后确定各自的输入、制造过程、储存条件和运输要求。

在实践中，随着对生命周期认识的提高，重复过程图的步骤（上述步骤1）有相当大的益处，可以得到更多的优先序和热点。例如步骤2，在完全投资于数据的收集之前，通过估计和随时可得的数据可以计算出高水平的碳足迹。这种做法使得优先序基于影响最大的排放源，而不是把时间花费在小的或“非实质性”（小

于整个生命周期排放的1%）的贡献者上。

过程图的步骤

从商业-到-消费者（B2C）

在计算B2C商品的碳足迹时，典型的过程图步骤包括那些在下一页所阐述的步骤。从原材料，通过制造、分销和零售，到消费者使用，以及最终处置和/或再生利用。

从商业-到-商业（B2B）

从商业-到-商业的碳足迹停留在该产品被提供给另一个制造商的节点上，这符合《BS EN ISO 14040》³⁾中描述的“从摇篮-到-大门”的方法。因此，B2B商品的生命周期只包括从原材料通过生产直到产品到达一个新的组织，包括分销和运输到客户所在地。它不包括额外的生产步骤、最终的产品分销、零售、消费者使用以及处置/再生利用。

³⁾ 《BS EN ISO 14040》，环境管理—生命周期评价—原则和框架。



“从商业-到-消费者”的商品步骤过程图



“从商业-到-商业”的商品步骤过程图

这是因为B2B商品可作为多种产品的输入，而这些产品在使用和处置方面差别巨大（如铝可用于制造饮料罐或飞机）。更多信息，参见《PAS 2050规范》第6.2节。

服务

服务的过程图将因所选择的服务而不同。在考虑服务的生命周期时，采用“基于活动的评价”，它取自提供服务所需要的综合活动，这些活动可能会或可能不会导致有形输出。

因此，服务的“生命周期”涉及的不仅仅是输入、输出和过程，其过程图将包括所有阶段，以及来自为交付或使用服务做出贡献的任何活动的潜在排放源。当绘制服务的生命周期时，试图以这样一种方式对其进行定义，即无论是供内部使用还是供其他人使用碳足迹，都是有益之举，换言之，使服务：

- 容易与其它内部的或竞争对手的服务比较；
- 可能产生可操作的减排机会；
- 相对容易地描述供应链。

如何为两种不同的服务绘制过程图的示例，请参见附录二。



产品碳足迹的实践—以羊角面包为例

在本指南中，羊角面包作为一个示例，用于演示如何使用《PAS 2050规范》计算某个产品的碳足迹。使用这一简化示例仅为读者提供范例，它并未完整或详尽地描述羊角面包的生命周期。所有的数字纯粹是为了举例说明。

绘制羊角面包的过程图涉及到下述的头脑风暴阶段。

1. 定义功能单位——适当的功能单位是受该产品通常如何消费（如一个100克的羊角面包）的方式驱动的；然而，使用较大的单元如1吨羊角面包，可能会更容易收集数据和计算碳足迹。

2. 列出成分和所占的比例

- 面粉（小麦）– 60%；
- 水 – 20%；
- 黄油 – 15%；
- 其它（如酵母）– 5%；
- 包装材料（薄膜和二次包装）。

3. 列出生产和消费羊角面包所涉及的活动

- 生产和运输原材料；
 - 种植和运输小麦；磨成面粉
 - 供水
 - 生产牛奶；制造黄油
 - 生产其它成分
 - 生产薄膜包装
- 制造和包装羊角面包；
- 分销成品；
- 零售；
- 使用（食用）；
- 废物处置。

4. 思考可能已经被遗忘的内容

- 是否所有原材料都被追溯到其原产地，包括各种中间过程？
 - 包括放牧和奶牛以及黄油制造过程的GHG影响；增加小麦烘干，作为一个中间过程；
- 在制造过程中，是否产生了任何副产品？
 - 碾磨生产小麦胚芽、动物饲料以及面粉；
- 是否已经考虑所有的废物流和排放？
 - 在面粉碾磨、烘焙、零售和消费者使用中，在运输、废物处理和分解过程中；

- 是否考虑了废物的运输？
 - 在任何产生废物的阶段都需要包括运输
- 是否考虑了多次分销阶段，包括运输链和储存条件？
 - 增加区域分销中心
- 在消费者使用阶段消耗能源吗？
 - 在食用之前消费者可能冷冻和加热

继续更新过程图，直到所有的输入都被追溯到其来源，所有的输出都被追踪到可归因于该产品的GHG排放的停止为止。这一过程通常需要多次尝试与管理者、供应商、分销商和消费者进行沟通。该过程图应是详尽的，包括所有可能的排放源。然而，碳足迹计算应把重点放在较重要的贡献者上。

一旦绘制了产品生命周期的完整步骤图，下一步就是确认边界和优先序。

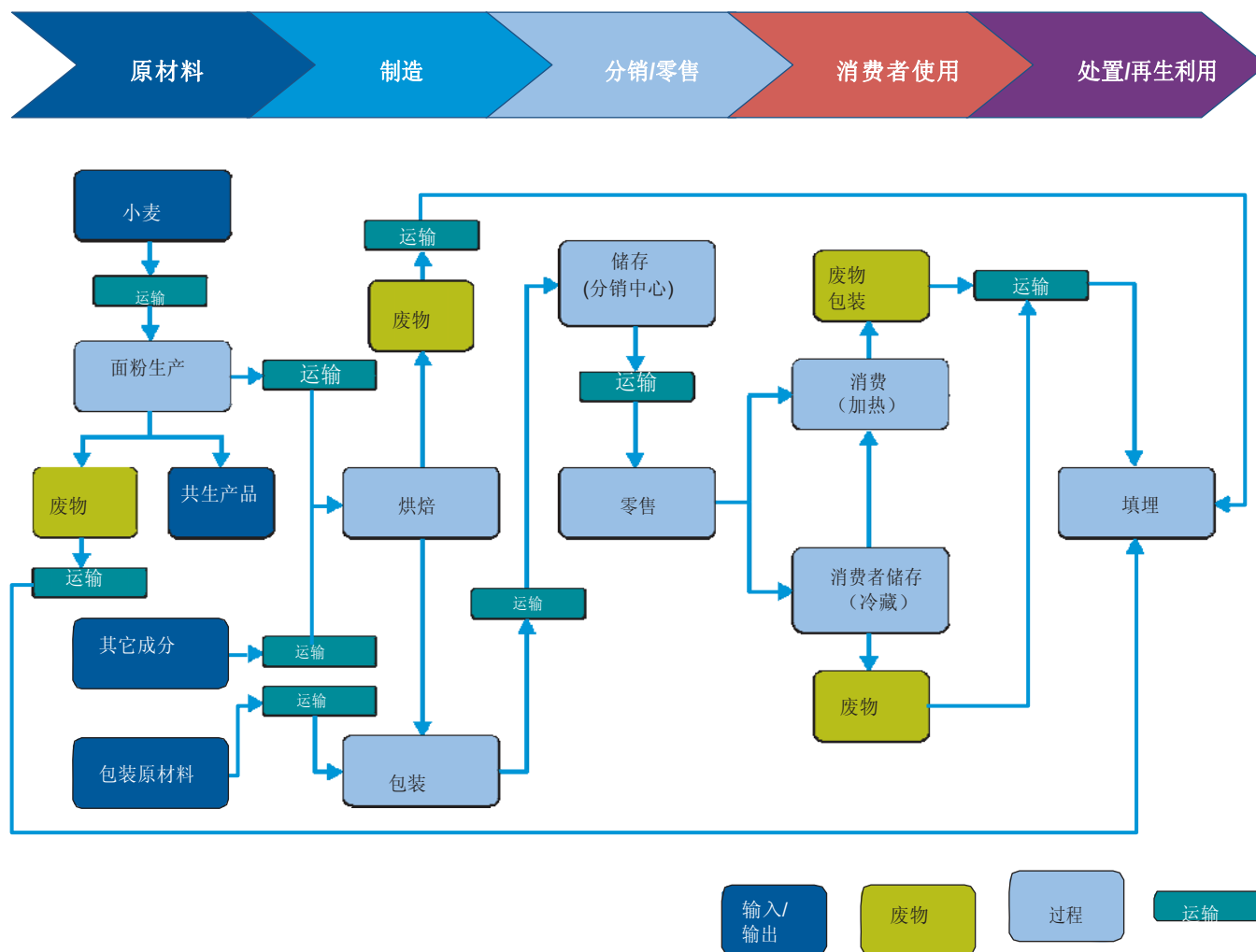
步骤2：边界核查及优先序确定

边界

系统边界定义了产品碳足迹计算的范围，即哪些生命周期阶段、输入和输出宜纳入评估。

一旦绘制了高水平的过程图（参见下一页的示例），就必须确定碳足迹分析的相关边界。为了符合《PAS 2050规范》，产品生命周期的系统边界宜与《BS ISO 14025》⁴⁾中概述的产品种类规则（PCR）（若有）一致。

4) 《BS ISO 14025》，环境标志和声明—III型环境声明—原则和程序。



在这个简化的示例中，假定存在一个可靠的、有代表性的小麦排放因子，因此，小麦生产并未分解成它的上游活动（如化肥生产、运输和使用、土地利用变化的影响）。同样，假定其它成分和包装具有可靠的、具有代表性的可用排放数据。虽然黄油会对产品的总体碳足迹作出重要贡献，但为了简便起见，故在详细计算中并未包括黄油。

过程图：羊角面包的示例

如果得不到该产品的PCR，则应明确界定系统边界。系统边界主要适用于商品；如考虑某种服务则需要修改系统边界。关于更多的信息和具体的指南，请参见《PAS 2050规范》的第6.1节、6.4节和6.5节。

关于该过程图包括的GHG潜在排放源的更多详情，请参见《PAS 2050规范》第5.3节。

产品种类规则（PCR）是一套具体规定、要求和指南，用于编写环境声明，是针对一组或多组能够达到同等功能的产品的。PCR提供了一套一致的、国际公认的方法，用于定义产品生命周期。这种规则属新生事物，涉及的产品种类数量仍很有限。要检查计算碳足迹的产品是否存在对应的PCR，请参阅www.environdec.com中有关PCR一节。



- 生命周期中任何阶段使用的所有投入
- 包括与原材料有关的过程：
 - 矿业/采掘（矿物）
 - 农业
 - 林业
 - 预加工
 - 包装
 - 储存
 - 运输
- 考虑原材料的影响：
 - 化肥（生产、运输、施用）
 - 土地利用变化
- 从原材料收集到分销的所有活动：
 - 所有生产过程
 - 与生产有关的运输/储存
 - 包装
 - 与场地相关的排放（如照明、通风、温度）
- 产生的所有材料：
 - 产品
 - 废物
 - 共生产品（有用的副产品）
 - 直接排放
- 运输和相关储存中的所有步骤
- 零售储存和陈列
- 使用阶段所需能源：
 - 储存
 - 准备
 - 应用
 - 保养/维修（如长期使用阶段）
- 处置中的所有步骤：
 - 运输
 - 储存
 - 加工
- 处置/再生利用过程中所需能源
- 由于处置/再生利用导致的直接排放：
 - 碳衰变
 - 甲烷释放
 - 焚烧

列入产品生命周期边界内的通用材料或活动

系统边界的关键原则是列入所有的‘实质性’排放，即由选定的商品或服务在生产、使用并处置或再生利用的过程中直接或间接产生的排放。

实质性贡献是指超过该产品生命周期预期排放总量1%的任一来源的贡献。

《PAS 2050规范》可使非实质性排放排除在外，即占排放总量不到1%的任何单一来源。但是，非实质性排放源的总的比例不得超过整个产品碳足迹的5%。有关边界的详细规定可参见《PAS 2050规范》的第6节。

如需进一步详细了解哪些应列入、哪些应排除，参见步骤4：碳足迹的计算。

边界：什么不予列入

- 非实质排放源（不足碳足迹总量的1%）
- 输入过程的人力
- 消费者到零售点的交通
- 动物提供的运输（如发展中国家将农场动物用于农业或矿业）

实质性和优先序

通过使用估值和即时获取的数据（参见步骤3：数据收集以指导潜在排放源），决定一个排放源是否可能是实质性的，可以帮助作出下一步的碳足迹分析。这项分析包括产品整个生命周期，但是依靠估值和通用数据来建立高水平的碳足迹。重要排放源就可由更具体、质量更优的数据取而代之。

例如，下表是对羊角面包生命周期碳足迹所作的高水平分析，这种分析可通过利用桌面互联网来进行，即搜索发表的学术作品、同类产品的其它LCA研究报告、行业协会公布的数据和选用标准的LCA数据库。有关数据集清单还可查 <http://lca.jrc.ec.europa.eu/lcainfohub/databaseList.vm>。

表1中的结果表明数据收集工作应从原材料生产和运输开始，特别是小麦。初步评估还表明过程中的三个步骤可能是非实质性的：供水、储存和零售。这些步骤不太可能产生实质性温室气体排放，因此对这些领域数据的收集应给予较低的优先地位。

每种材料均可获得一系列数据，但这些数据应足以为进一步的数据收集确定优先序。

随着对哪里是重点、哪里是非重点的认识的深入，下一步就是收集针对产品碳足迹方面更为详细的数据。对于这一层次的分析，这样便够了，并可利用这一碳足迹数字确定排放‘热点’；不过，这还不够严格，无法全面遵守《PAS 2050规范》，也无法获得认证，无法用于外部声明，或者用于对大多数产品或过程进行比较。

表1：羊角面包的碳足迹分析

制造（包括运输）			分销/零售			消费者使用			处置/再生利用			共计			
小麦农业	500	44%	工厂	A 200	17%	运输	30	3%	冷冻	50	4%	运输	50	4%	
面粉碾磨	50	4%				储存	0	0%	烘焙	40	4%	衰变	100	9%	
供水	0	0%				零售	0	0%							
其它配料	100	9%													
薄膜包装	20	2%													
共计	670	59%		200	17%		30	3%		90	8%	150		13%	1140

数字是以克 CO₂ 当量/吨羊角面包为单位，仅作说明之用。百分比为占总量的比例。

步骤3：数据收集

遵循步骤2的初步计算，按照《PAS 2050规范》的要求和建议开始收集更为具体的数据，以便能够更详细地评估碳足迹。

《PAS 2050规范》碳足迹评估中所用的所有数据必须遵循数据质量规定（参见《PAS 2050规范》第7.2节）。这保证了碳足迹的准确性、重现性及可比性。高质量的数据有助于确定反映规定时期‘典型’产品生命周期的碳足迹，同时对地理上、距离上和材料上的不同也予以考虑。



为了符合《PAS 2050规范》的要求，数据质量应根据PAS2050第7.2节中的规定作出判断。

- 声明报告期的具体程度？
(理想情况是数据覆盖确切的时间期限)
- 产品地理的具体程度？
- 产品技术和过程的具体程度？
- 所用信息的准确程度（如数据、模型和假设）？
- 信息的精确程度？如数据值变异测量（参见步骤5：检查不确定性）
- 完整程度？即样本尺寸是否足够大，是否可以代表产品的所有可能子类？所用数据实测数量与通用数据库采用数量之比？
- 一致程度？
- 重现程度？即一个独立从业方可重复结果的程度？
- 使用何种来源？

这些规定是主观的；但是其应用将使公司能够确定对其环境最为适当的数据。

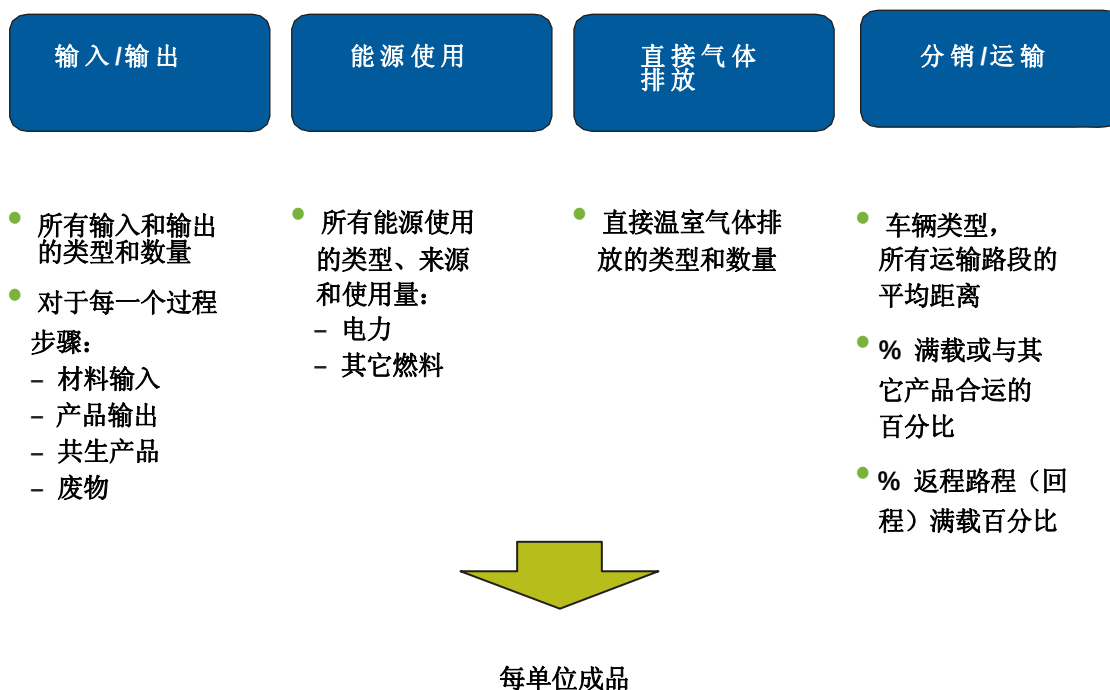
数据类型

计算碳足迹需要两类数据：活动水平数据和排放因子。活动水平数据是指产品生命周期中涉及到的所有材料和能源（物料输入和输出、能源使用、运输等）——参见下文。

排放因子是一种联系，可将这些数量转换成温室气体排放量：‘单位’活动水平数据排放的温室气体数量（如每千克输入量或每千瓦时能源使用量的千克温室气体）。

活动水平数据和排放因子可来自初级或次级数据：

- 初级数据是指针对具体产品生命周期由内部或者是由供应链中别人所做的直接测量；
- 次级数据是指不针对具体产品的外部测量，但是一种对同类过程或材料的平均或通用测量（如行业协会的行业报告或汇总数据）；



通用活动水平数据



初级活动水平数据

《PAS 2050规范》要求初级活动水平数据应用于所有过程和材料，即产生碳足迹的组织所拥有、所经营或所控制的过程和材料（参见《PAS 2050规范》第7.3节）。对于未对产品排放做出显著贡献的零售商或其它组织，需要第一个（最近的）上游供应商所控制过程和材料的初级活动水平数据。这类数据应比较容易测量，并必需保证碳足迹结果是针对一定产品的。下游温室气体排放源不需要初级活动水平数据（例如，消费者的使用、处置等）。

一般情况下，尽可能多地使用初级活动水平数据，因为这类数据可使人更好地了解实际排放情况，并有助于找到提高效率的真正机会。

初级活动水平数据应具有代表性，应反映所评价产品通常所遇到的条件。欲了解更多有关收集可变供应链方面的初级活动水平数据的指导建议，参见《PAS 2050规范》第7.6节。

初级活动水平数据可由内部团队或由第三方（如顾问）对整个供应链进行收集。在实践中，这样做有助于在供应链的每个部分至少能与一个人对话，保证过程图的正确，保证收集到足量的数据。组织内也许已有这一数据，或者可能需要对这一数据作出新的分析。在某些情况下，收集初级活动水平数据可能需要安装新的数据收集仪器，如测量仪表。

数据收集模板可能是一个规范数据收集过程的有用方法，它有助于：

- 确定与供应商面谈的内容结构；
- 确保完整性，从而减少所需访谈的次数；
- 优先考虑最可能的/最大的减碳机会。

例如，当收集关于制粉的数据时，如表2中所示的分类表格可能对获得初级活动水平数据中的关键点有用。对于更为复杂的过程，需要更多地了解有关技术方面的信息和子过程的步骤（如小麦来源、所用化肥等）。

次级数据

凡无法获得初级活动水平数据或者初级活动水平数据质量有问题（例如没有相应的测量仪表）时，有必要使用直接测量以外其它来源的次级数据。

在某些情况下，只要可行，为了确保一致性并具有可比性，次级数据可能更为可取：

- 温室气体的全球增暖潜势
- 各种能源导致的电力排放（每千瓦时二氧化碳千克当量）
- 每千克化肥/农药排放
- 每升燃料排放
- 每种车型每千米运输的排放
- 每千克废物排放
- 牲畜和/或土壤导致的农业排放

全球增温潜势（GWP）这一术语是用来描述一种温室气体单位相对于一个二氧化碳当量单位在一百年内产生的影响。

表2：数据收集模板示例

数据收集示例：与面粉供应商面谈	注释
吨面粉/吨羊角面包	0.6
小麦生产细目（1吨小麦可产）：	
% 面粉	80%
% 小麦胚芽	10%
% 动物饲料	5%
% 废物	5%
生产1吨碾磨小麦的千瓦时	100
电力	英国电网平均值
现场储存？	周围
现场运输？	无
运到羊角面包厂：	
车辆类型	铰接式卡车
供应商到工厂的距离	200千米
每趟燃料消耗量	80公升
# 每吨面粉趟数	0.3
% 面粉专用车辆百分比	100%
% 回程装运其它货物百分比	0%

CO₂e表示‘二氧化碳当量’，用于衡量所有温室气体的全球增温潜势的一个计量单位。

数据来源

有关数据库正在不断得到开发和更新，因此本文件无法提供一个确切的清单。然而，下文中的指导材料可帮助找到可能来源并评估其质量。

对于次级数据，《PAS 2050规范》建议使用现有其它来源且经过检验的PAS数据（如完成了PAS 2050产品碳足迹达标的供应商）。否则，使用经同行评审过出版物中的数据，以及其它合格来源（如国家政府、联合国正式出版物和由联合国支持的机构的出版物）的数据。

已用于计算产品碳足迹的数据库类型：

- 多行业生命周期数据库，既有商业的，也有公开提供的（请注意其中部分数据集也可通过商业性LCA软件程序加以调用）；
- 行业数据库；
- 国家数据来源，例如政府机构，如英国环境、食品及农村事务部。

关于欧盟提供的LCA数据库清单，可登陆<http://lca.jrc.ec.europa.eu/lcainfohub/databaseList.vm>网站。部分数据库是免费的，还有一些收取许可费。随着时间的推移，会有更多的数据库可供查询，如国际参考生命周期数据系统（ILCD），其中将包含部分材料和过程的生命周期清单数据集。重要的是要确认数据来源对正在分析的时段具有尽可能的代表性。在任何情况下，从任何数据库所选的数据均应参照《PAS 2050规范》第7.2节所界定的质量准则加以评价，即符合现有的BS EN ISO 14044⁵⁾数据质量准则。

了解到底哪些列入了次级数据，哪些被遗漏了这点很重要。例如，当二次来源用于农业产品排放时，土地利用变化和氧化亚氮排放是否已经列入，或者这些是否将需要分开计算？（参见《PAS 2050规范》第5.5和7.5节）。还应留意其它可能更为复杂的情况（参见关于具体排放因子的处理）。

消费者使用产生的排放

描述消费者使用产品的数据（‘使用概要’）可能特别难以找到。《PAS 2050规范》提供了使用一系列标准数据源（参见《PAS 2050规范》第6.4.8.2）：

1. 产品种类规则（PCR）；
2. 已公布的国际标准（如能源之星数据库 www.eu-energystar.org/en/en_database.htm）；
3. 已公布的国家指南（如市场转型计划能源使用数据<http://whatif.mtprog.com>）；
4. 已公布的工业指南。

每个来源只有明确了产生碳足迹产品的使用阶段后才应予以考虑。如果没有公开的信息，则与所有相关工业协会或其它可能具备专业知识的方面进行核实。

使用阶段和使用概要

‘使用阶段’描述当终端消费者所使用产品时的活动和能源消耗。这可以包括与储存相关的能源（如制冷），或与应用相关的能源（如灯泡照明用电）。

‘使用概要’描述终端消费者的平均行为，如被扔掉的食物产品的平均百分比。

⁵⁾ BS EN ISO 14044，环境管理 — 生命周期评价 — 要求和指南。

为了完全遵循《PAS 2050规范》，有必要披露任何使用阶段计算的基础（数据来源、假设等）

— 参见《PAS 2050规范》第6.4.8节。

记录

《PAS 2050规范》要求对用于进行排放评价的所有数据来源和任何假设都应详细记录。对外通报碳足迹时，边界详情、使用概要和所有数据来源均应予以披露，便于透明。

有了足够的信息，现在便可开始进行数据汇总，并开始计算产品的碳足迹（参见《碳足迹通报与减排声明》）。

步骤4：碳足迹计算

产品碳足迹的公式是整个产品生命周期中所有活动的材料、能源和废物乘以其排放因子之和。计算本身只是将相应排放因子与活动水平数据相乘即可。

某一活动的碳足迹=活动水平数据（质量/体积/千瓦时/千米）× 排放因子（每个单位的CO₂当量）

每项活动的温室气体排放一经计算出来，则利用全球增温潜势（GWP）（参见《PAS 2050规范》表A.1）将其换算为二氧化碳当量。

计算碳足迹通常需要‘质量平衡’，以确保所有输入、输出和废物流均被计入。

质量平衡

对进出过程所有材料总量的量化称为‘质量平衡’。质量平衡步骤可供确认所有材料已被全部计入，没有遗漏任何物质流。

其基本概念是输入过程的总质量应与输出过程的总质量相等。在实践中，这是确定以前未被发现的废物流的一种有效方式：如果输出过程的质量小于各种输入的综合质量，则其它部分流 — 最有可能是废物 — 肯定也在该过程中被遗漏。请注意对于一些复杂的自然系统，如农业，质量平衡可能是不现实的或无相关性。

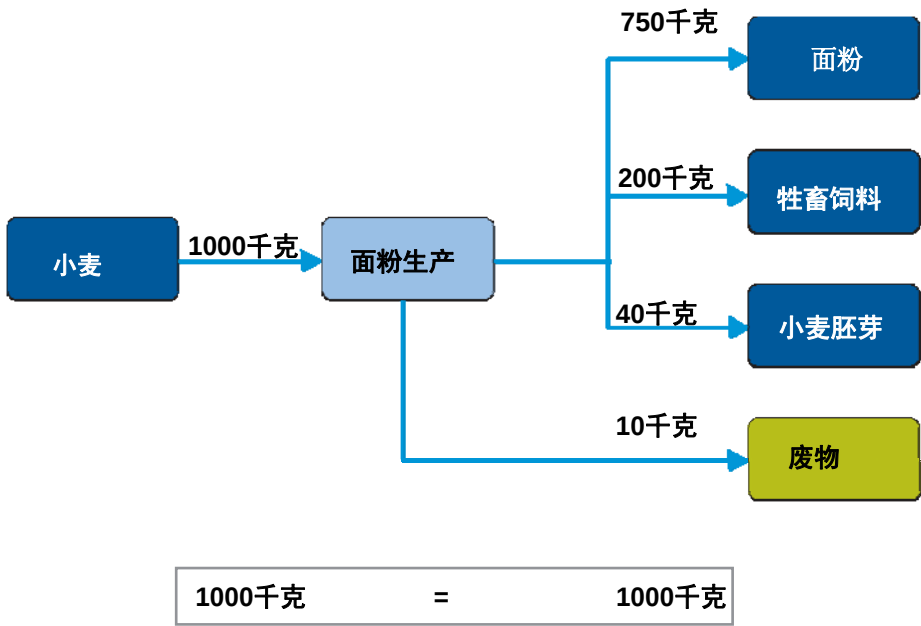
关于“服务”的说明：在计算服务的质量平衡时,应基于活动来进行评价。对于一项特定的活动，该活动阶段的所有过程和材料的流入和流出均须对其温室气体排放作出分析。

例如，对羊角面包面粉生产阶段的质量平衡检查见下页。

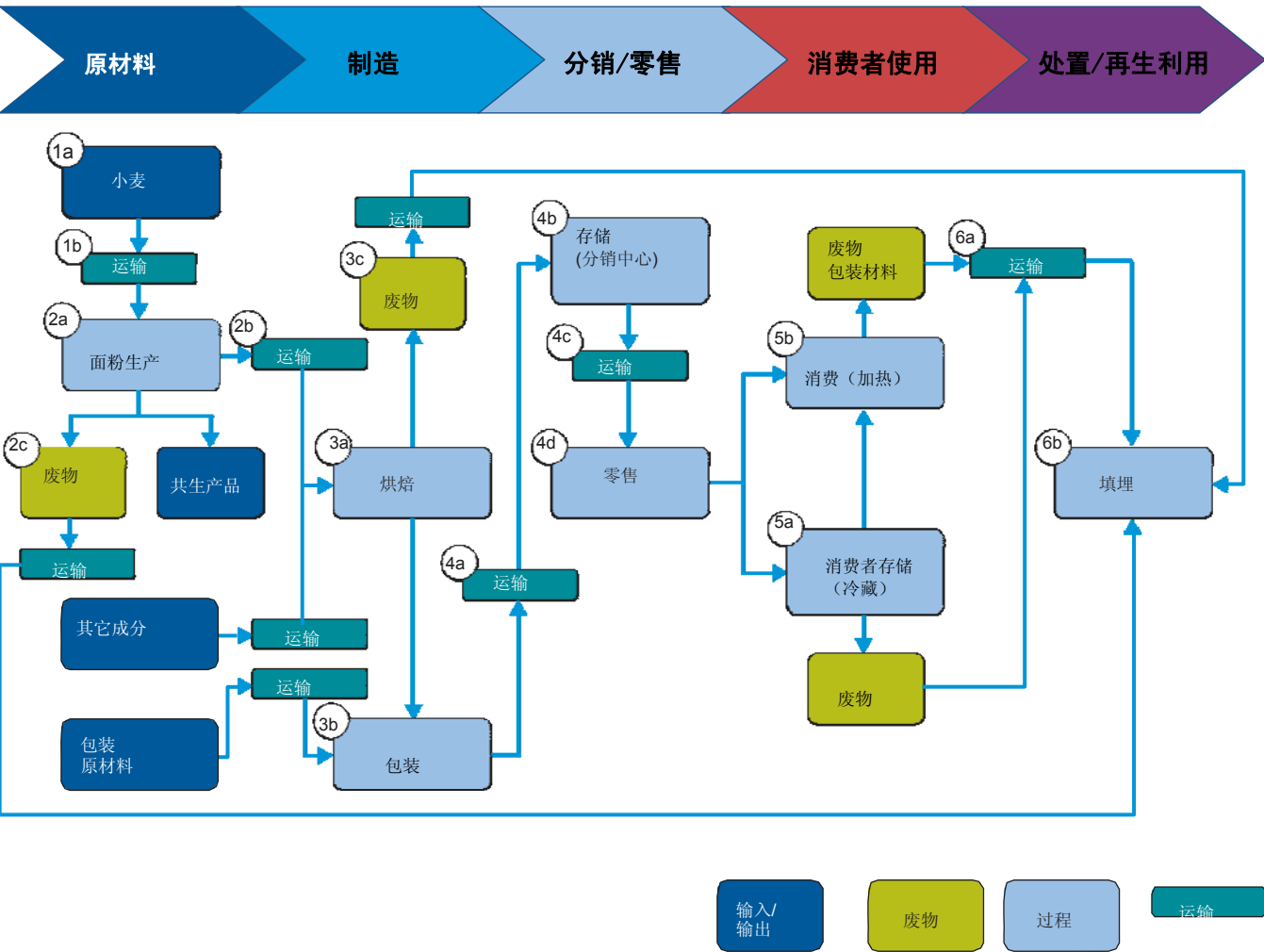
收集数据时同时计算质量平衡是最为简单的。首先从购买点向后算起：应包括生产一个单位所用的所有材料、能源和直接排放，并且所有的质量都应计入。然后使用一个类似过程，以确保获得该产品在使用阶段和处置阶段的总质量。

碳足迹计算

实际计算涉及多个步骤，可参见羊角面包的示例。为供参考，在下一页过程图中对每个步骤作了编号，并对应于分散在第22–26页的详细计算图中以及附录三中的工作示例。



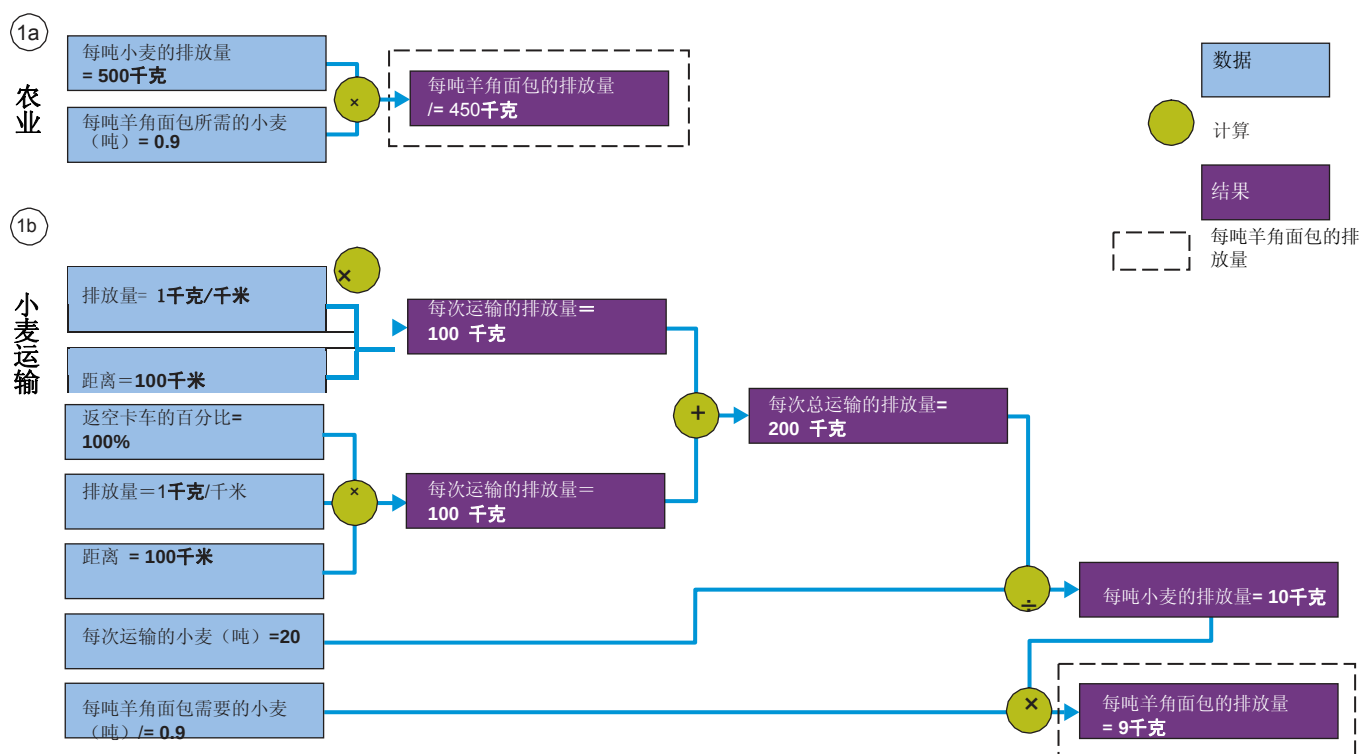
质量平衡示例：面粉生产



过程图：关于羊角面包的示例

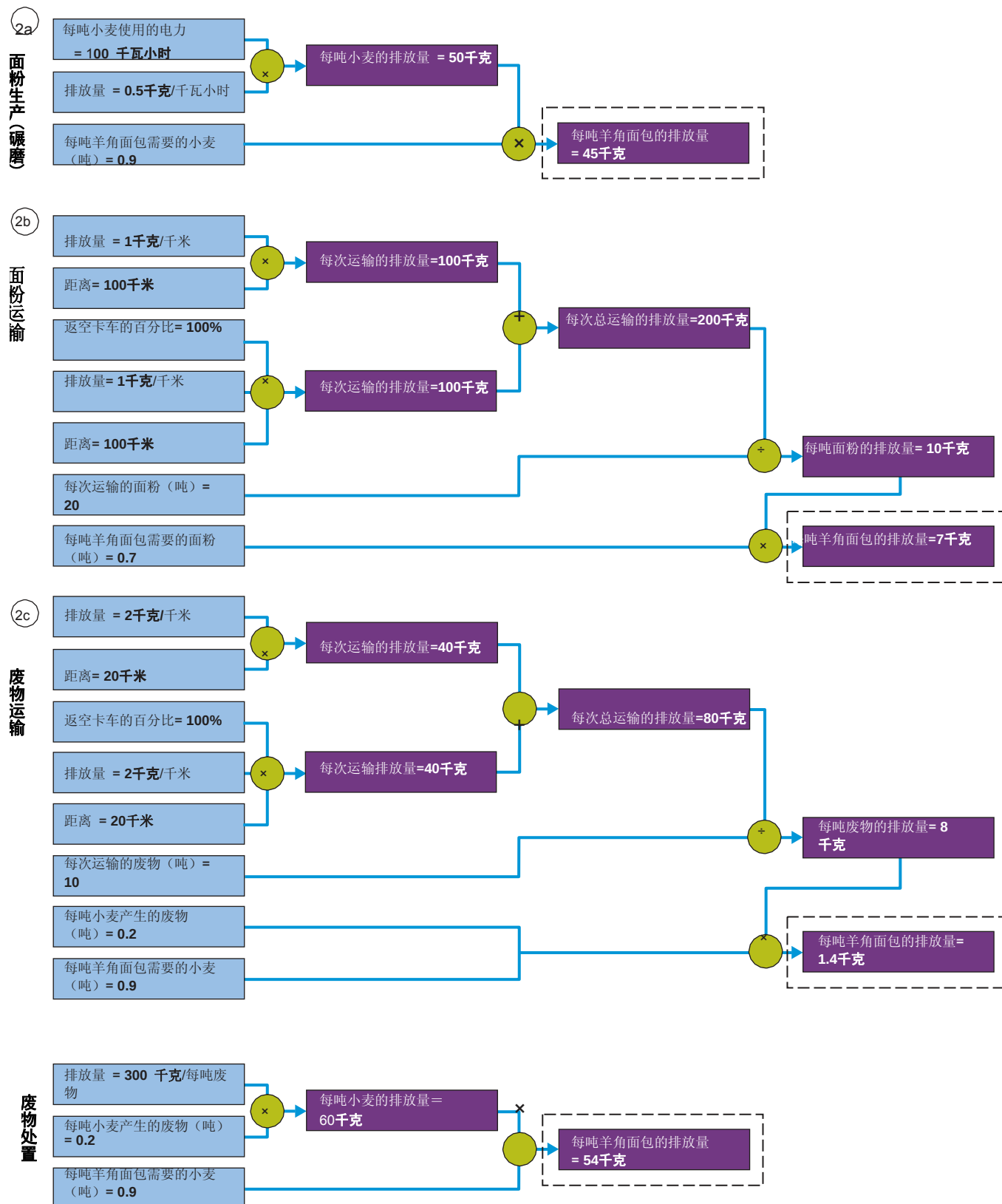
这种简化的示例旨在使用说明性的数值来构建有关计算产品碳足迹的基本认识。它不能反映一种完整的计算，也不能反映具有充分代表性的计算。在实践中，有些可帮助上述计算的软件程序（某些软件程序带有所附的数据集）是可获得的。

有关碳足迹的计算表，参见附录三。以下给出了一系列图表，描述了如何逐步计算每项活动。



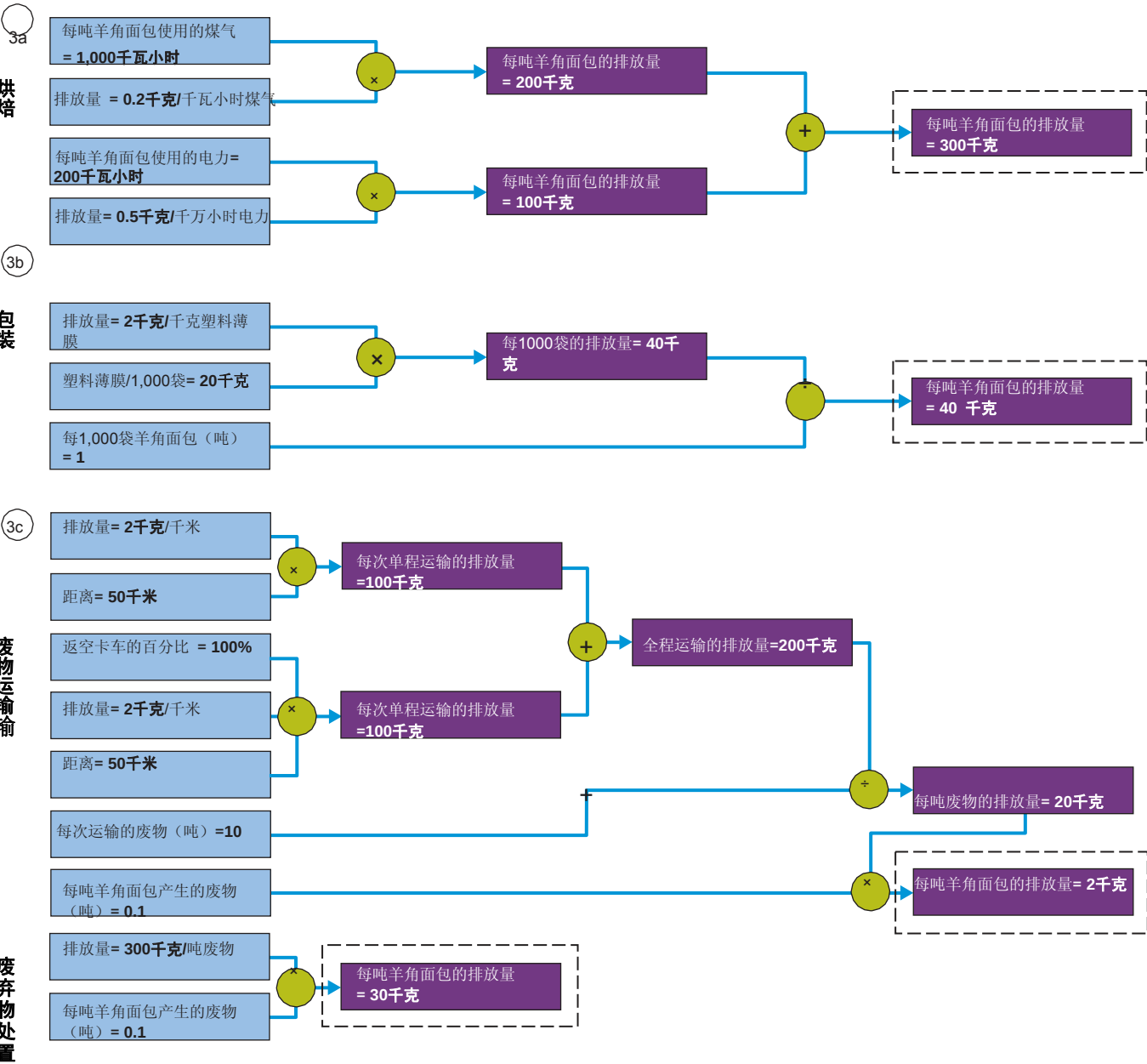
注：以千克CO₂e为单位表示所有排放量

原材料的种植和运输 (有关小麦的示例)



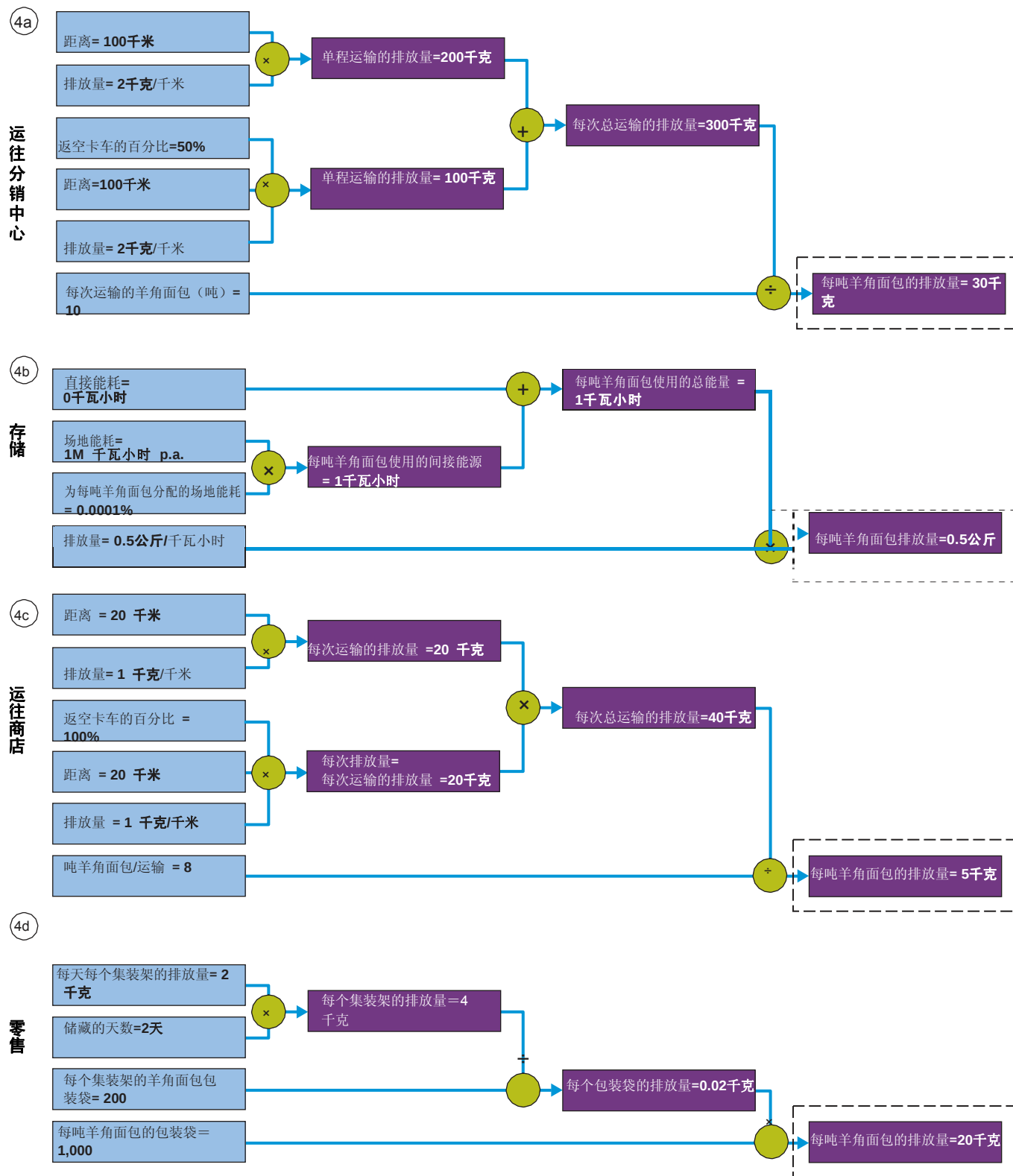
注：以千克CO₂e为单位表示所有排放量

原材料生产 (有关面粉的示例)



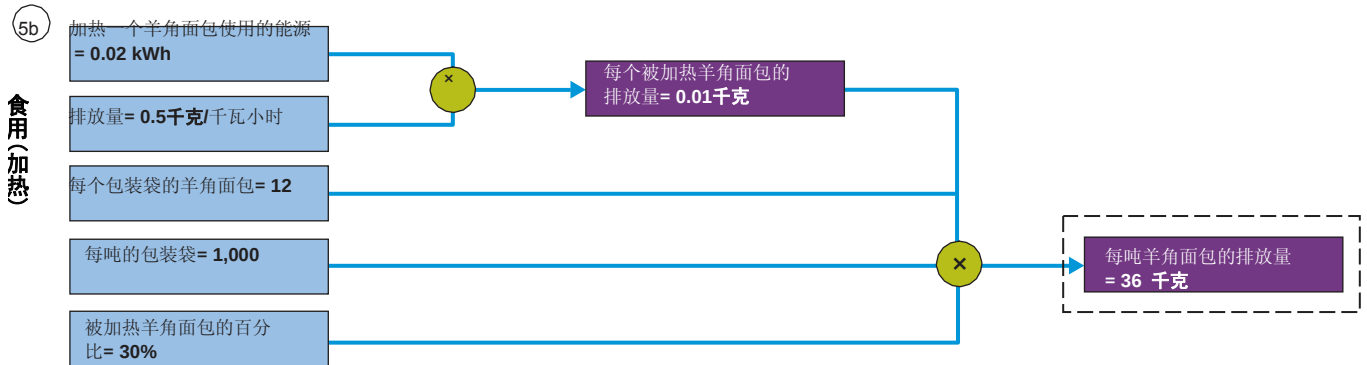
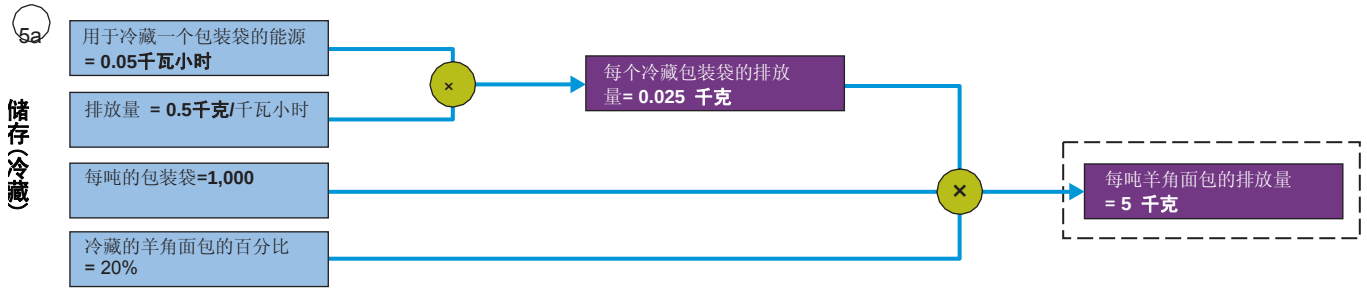
注：以千克CO₂e为单位表示所有排放量

羊角面包的生产



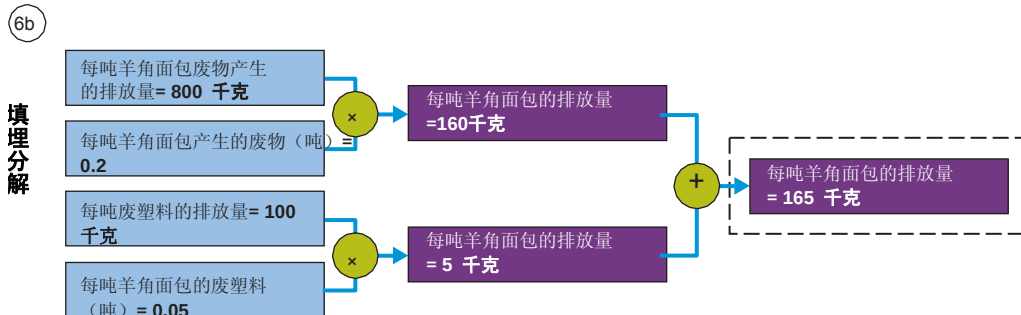
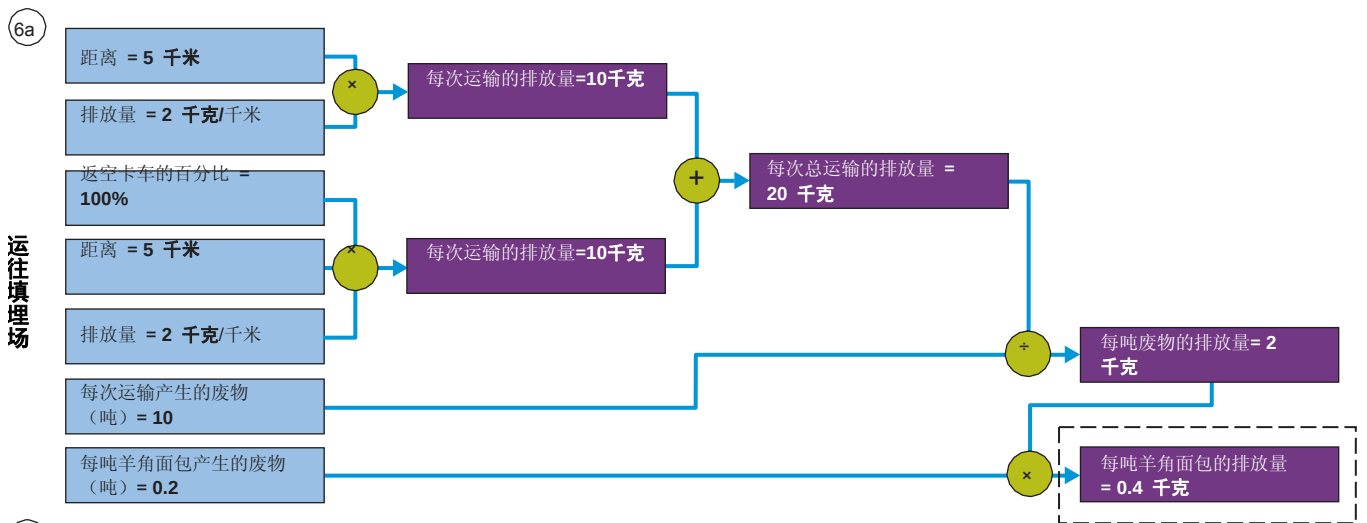
注：以千克CO₂e为单位表示所有排放量

分销及零售



注：以千克CO₂e为单位表示所有排放量

消费者使用

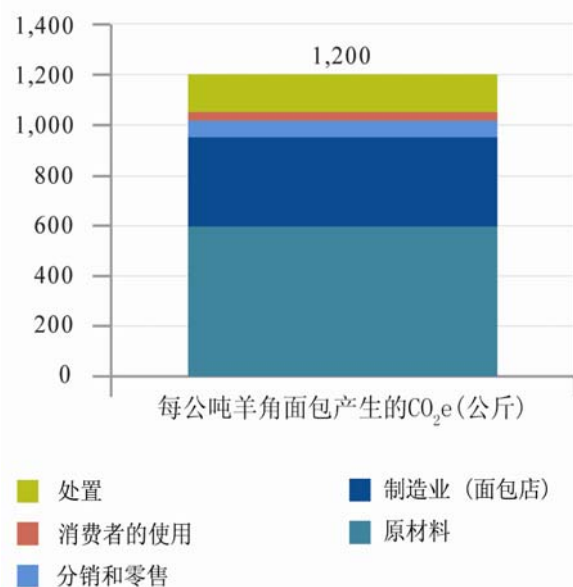


注：以千克CO₂e描述所有的排放量

处置

在计算出每个步骤的排放量之后，减去生命周期内存储的所有的碳（参见《产品碳存储》的详细内容）。净额代表整个产品生命周期内每种材料和过程产生的全部GHG排放，因此代表产品最终的碳足迹—在本案例中，每吨羊角面包产生1,200千克的CO₂当量，或者每12只包装的羊角面包（产生）1.2千克的CO₂当量。

产品的碳足迹：关于羊角面包的示例



具体排放驱动因子的处理

某些GHG排放源具有某些对其评估产生影响的独特方面，《PAS 2050规范》对这些方面作了更详细的说明（有关具体参考文献，参见下文）。此处对涉及测量和分配的这些情况进行了描述，并附带提供指南。

测量

延时排放

在100年评价期开始时，不能将那些因长期使用（如灯泡）或在最终处置阶段随时间推移产生的排放物视为排放物的一次性释放。因此，必须对这些排放量进行计算，以体现评价期内排放物在大气中的加权平均时间。《PAS 2050规范》的附录B提供了计算方法和示例。

100年的评价期

在产品形成之后，《PAS 2050规范》方法对100年期间产品在生命周期内的GHG排放影响作出评价。

产品的碳存储

一些由植物碳（而非化石碳）组成的产品实际上能存储碳，它们从大气中去除GHG，所以产生的排放量为“负值”。《PAS 2050规范》（第5.4节）包含以下方面的详细情况，即何时计算存储的碳以及如何计算碳存储的效益。下文还提供了一个概要。

条件

产品在以下条件中可声明能获得存储效益。

1. 该产品不是食品（供人食用的）或（动物）饲料
 - 为简化《PAS 2050规范》的应用，在计算食品中的碳存储方面没有要求。
2. 50%以上的植物部分的质量在生产出来后（诸如桌子等木制家具）的一年或一年以上的时间内从大气中被清除。
 - 本规则再次简化了《PAS 2050规范》的应用，以避免对含微量碳的产品进行碳存储分析。
3. 将特别制造或再生利用/再利用的那些含植物碳的材料输入该产品。如果不制造该产品，则存储产生的效益是额外的。
 - 例如，已经经营的森林的木材制作的产品将在碳存储方面获得效益。但是，用天然林、没有经营的森林（如原始雨林）制作的产品将不能获得碳存储带来的效益。

- 这是一个关键的要求：无论如何，*只有*当材料中储存了原本发生的碳储量之外增加的碳时，《PAS 2050 规范》才允许考虑碳存储的效益。

计算

关于延迟排放，《PAS 2050 规范》使用相同的碳存储（释放）方法（参见《PAS 2050 规范》附录 C）。

计算产品的碳存储需要理解这些产品在 100 年内的状态。在这期间，某些产品可能燃烧（释放 CO_2 ）；某些产品可能最终成为废物（释放或不释放 CO_2 ）；某些产品将被再生利用；某些将继续保留为原产品。

在这些不同的情况下，重要的是要了解，在 100 年的时期内，产品中有多少碳以 CO_2 的形式释放，以及释放的时间。在这 100 年的初期，以 CO_2 的形式释放的碳对碳存储评价产生的影响小得多，对产品在整个 100 年内保留的碳所产生的影响则大得多。

只要一种产品被再生利用，该产品的碳存储效益即终止。但是使用再生利用材料的产品可获得碳存储效益（只要你能够证明制造再生利用材料的目的是用于该产品）。



示例：如果用木材制造的一张桌子满足有关条件，并耐用10年，该桌子将拥有10年的碳存储效益，但效益的大小将逐年减少。计算公式见《PAS 2050规范》的附录C。

农业



应根据有关国家使用的最新的IPCC国家温室气体清单指南或最高等级的方法（经同行评审的最新科学结论）（参见《PAS 2050规范》第7.8节和IPCC指南第2款），纳入和评估牲畜及其粪便或土壤的非 CO_2 排放。

土地利用的变化

在1990年1月1日或者之后，如果产品的供应链将非农业用地直接转变成农业用地，则必须把与土地利用变化有关的GHG排放纳入碳足迹的计算（参见《PAS 2050规范》第5.5节）。如果土地利用变化的时间未知，可假定它（1）发生在土地被确认用于农业时的最早一年的1月1日，或（2）发生在本年度。

当土地利用的变化发生在1990年1月1日或之后，假定土地利用变化产生的总的GHG排放量在20年内每年以同等量释放。

计算

- 确定土地利用发生变化的国家；
- 参考《PAS 2050规范》表E.1，以找到适当的排放因子（单位：吨CO₂e/公顷/年）
 - 如果是未知的，使用最高的排放因子。

应注意土地利用变化产生的GHG排放是根据农业的排放量单独计算的。

还要注意到虽然《PAS 2050规范》包含（例如）将森林转换成年度耕地而产生的排放，但是它不包括现有农业系统中土壤碳的变化。

示例（农业排放+土地利用的变化）：

- 从阿根廷进口的小麦；1980年从林地转变成的农田
 - 小麦排放因子：如果不能找到阿根廷特有的可信数据，则使用IPCC的平均值。
 - 土地利用变化的排放量= 0
- 从阿根廷进口的小麦；1995年从林地转换成的农田
 - 小麦排放因子：同上
 - 土地利用变化的排放量= 17吨CO₂当量/公顷/年（根据《PAS 2050规范》表E.1）。该值为每年的量，一直计算至2014年（含）。

可变供应链

由于各种原因（如意外的供应中断、计划中的过程改进，或者是不同的季节造成原材料和运输路线发生变化），供应链可能频繁发生变化。

为了描述这些变化，《PAS 2050规范》作出了如下具体规定。

1. 供应链上出现的临时性、意外变化，（参见《PAS 2050规范》第7.5.1节）

- 影响：若供应中断造成产品碳足迹增长超过10%，而且持续时间超过3个月，则需再次评估该产品的GHG排放；
- 示例：若某公司平时的排放源是两个不同的生产设施，但其中一个停机达六个月，而另一设施排放量更高，这就构成了临时性意外变化。然而，如果在快速筛查分析后发现产品碳足迹仅增加了5%，则无需利用初级活动水平数据再次开展全面评估。

2. 供应链上有计划的变化（参见《PAS 2050规范》第7.5.2节）

- 影响：若计划的变化持续三个月或更长时间，造成产品总体碳足迹增长5%以上（含5%），那么必须再次评估和检验碳足迹；
- 示例：某公司决定更换塑料包装供应商，而新的供应商排放量比以前的高20%；若在快速筛查性分析后发现这种调整后对公司产品碳足迹的影响是5%以上（含5%），则应重新评价，同时视情况再次检验。

3. 供应链上的变化是固有的、无法预见的（参见《PAS 2050规范》第7.6节）。在某些情况下供应链本身不会变化，但供应链产生的排放量会发生变化。例如，某组织购买电网电——供应链不会变——该组织继续购买电网电，但是来自电力的GHG排放量一直都在变化。

在此类情况下，应该将所有时间的数据平均，确保评价期间的GHG排放变化的结果具有代表性。

采样

当某种输入来自多种渠道（例如，多家小型农场为某一面粉厂生产小麦），可以从某一具有代表性的样本提取数据。采样数据的使用必须依照《PAS 2050规范》的要求。（参见《PAS 2050规范》第7.7和7.2节）

示例：如果有100家生产面粉的小型加工厂，随机选择10家，测量其活动水平数据和排放量，然后加权平均。

确定样本规模的方法之一是平方根法：随机选择平方根，即 $\sqrt{\text{排放源总数}}$ 。

使用该技巧时应参照数据质量规则。例如，采样结果之间差距过大就说明需要进一步采样以便获得更清晰的加权平均值。

回收利用

用于计算可回收利用的输入产生排放量的方法取决于原材料本身（如，铝、玻璃、塑料）以及原材料的回收利用系统是否是产品系统本身的一部分。闭环式系统意味着一旦被回收利用，原材料不会改变，而且可以为同一目的重新使用。例如，PET（聚对苯二甲酸乙二醇酯）(polyethylene terephthalate) 瓶子只能用可循环

利用的PET瓶来制造（而非其它PET材料），因此可以认为该原材料系统是闭合式的。

为了计算含有可回收利用物质的输入原材料所产生的排放量，需要：

1. 评估可回收利用的原材料是否源自“闭环式”过程（若否，请参见下文）；
2. 确定输入中来自回收利用和新使用材料之间的比例；
 - 利用行业平均值，除非知道该产品的输入是不同的，如该产品仅使用了100%的PET瓶子；
3. 收集通过回收利用和新的材料的输入产生的排放量的数据；
4. 根据回收利用和新材料比例计算加权平均单位排放量。

若回收利用的材料并非闭环循环系统的一部分，《PAS 2050规范》则要求使用与BS EN ISO14044



标准一致的方法评估该材料产生的各种排放，以确定整个材料系统的回收利用率中存在哪些排放因子。这使得一些对输入中可回收利用部分几乎无法控制的行业获得一些灵活性，因为这些输入的可回收利用部分是作为产品购入的，而且都知道这些行业的回收利用率很高，如：铝业。

注意到在生命周期的处置阶段也考虑了回收利用问题，在此阶段某一产品的回收利用部分是不计入其生命周期排放量的（它计入到使用其作为原材料输入的产品）

能源

与能源相关的排放可以来自于燃料燃烧，发电或供热。

能源排放因子应纳入与能源输入完整生命周期有关的所有排放量，其中包括：

- 原材料的开采，精制和运输（如煤炭，石油，天然气）
- 发电
- 配送
- 能源消耗
- 废物的处置



更多详细内容请参见PAS2050第6.4.2节。

可根据不同能源的生产方式来区别处理不同的能源来源。

1. 现场生产并使用：从初级活动水平数据中计算排放因子，而且必须纳入源自燃料输入生命周期的排放量
2. 场外生产：使用供应商或其它可靠的原始来源提供的排放因子
3. 可再生电力

要使用可再生电力特定排放因子（相对于国家电网均值）只能是在满足下列两个条件的情况：

- a) 某个特定过程利用现场生成的可再生能源或相当于同类可再生能源电量；以及
- b) 该可再生能源仍未计入任何其它排放因子（即纳入国家电网的平均值）

该规则主要是确保避免可再生能源的重复计算。可再生能源经常会作为零排放电力来源自动纳入国家平均值。

4. 生物质/生物燃料：包括生产产生的排放量，但不包括任何基于植物中的碳成分所产生的CO₂排放
 - 若燃料是从废物中生产获得，相关的排放量即为废物转化为燃料过程中造成的排放
 - 若燃料是从植物物质生产获得，则排放量包括生产和使用该燃料产生的整个生命周期的排放量

运输

在产品及其原材料的生命周期所需的所有运输造成的所有GHG排放量要纳入碳足迹评估。运输排放因子应包括与生产和运输所需燃料相关的排放。

若产品配送到不同地点，而且运输距离不同，要根据选定期间各国国内产品平均配送距离计算平均GHG排放量，除非有更多的具体数据。更多信息详见《PAS 2050规范》第6.4.6节。



未列入评价的部分

按照《PAS 2050规范》开展的生命周期GHG排放评价不包括以下排放源：

1. 资产性商品

不包括资产性商品的排放，基于以下理由：

- 目前缺乏碳足迹数据确定资产性商品排放是实质性的行业；以及
- 分析的成本/复杂性

‘资产性商品’是指在某个产品的生命周期内使用的商品，如机械、设备和建筑物等。

2. 航空器排放的提升系数

由于按照辐射强迫得到的航空非CO₂排放影响的相对大小尚存在相当大的不确定性，因此评价中不包括该系数。

3. 抵销

由于《PAS 2050规范》是评价某个特定产品的生命周期GHG排放，因此不包括抵销；应把碳足迹的任何减少量直接归因于产品生命周期的变化，而并非通过与评价无关的活动，诸如购买排放信用额度等。

分配

只要为某个特定产品的生命周期做出贡献的某个过程产生一种以上的有用产品，即：某个共生产品或副产品，而非废物，则需要对排放进行分配。共生产品具有经济价值并可出售 – 有鉴于此，共生产品代表其它的分离产品。

‘分配’涉及把某个单一过程产生的GHG排放划分给该过程的不同输出部分。

《PAS 2050规范》对以下分配方法作了规定：

首先，将该过程细分为若干个子过程，每个子过程只有一项输出。

如果做不到，则应扩展系统，以便包括替代产品的影响（如：因某个与产品相关的过程也发电而可避免外界供电）。

当这些避免措施既不可能，也非切实可行时，则应把GHG排放按照共生产品的经济价值比例进行分配（经济分配），除非《PAS 2050规范》另有规定。

在前面提到的羊角面包的示例中，除了面粉（相关的产品输入）以外，磨面过程产生两种共生产品：牲畜饲料和麦胚。照此示例举一反三，假设磨面过程不足以细分成可产生分离输出的子过程，而且因无法为这两个共生产品的任何一个分别确定单一的排放转移/可避免产品而无法采用系统扩展的方法。

在这种情况下，可采用经济分配的方法：面粉生产过程中产生的GHG排放（以及相关的输入）可根据各自的收益 由这些产品共同分担（如表3所示）。

因此，在上述示例中，面粉生产过程中产生的GHG排放可按收入分配给三种产品：

- 78%分配给面粉
- 20%分配给麦胚
- 2%分配给动物饲料

表3：共生产品之间的排放分配

	输出（吨） /每吨小麦输入	英镑（£）/输出（吨）	每吨小麦总价值（£）	占总收入的 百分比（%）
面粉	0.80 吨	£200/吨面粉	£160	78%
麦胚	0.10 吨	£400/吨麦胚	£40	20%
牲畜饲料	0.10 吨	£50/吨牲畜饲料	£5	2%
总计	1.00 吨	不适用	£205	100%

废物

当在填埋场自然分解时或当被焚化时，废物产生各种排放。《PAS 2050规范》中规定的方法是按下述各种材料和处置工艺有区别地处理各种排放。

填埋

- 废物中植物碳的CO₂排放不包括在内，即：植物碳排放的GWP值被赋予零（0）；



- 非化石碳产生的CO₂排放包括在产品的碳足迹中，其GWP值被赋予1；
- 废物任何部分产生的所有非CO₂排放均包括在内并被赋予相应的GWP值（参见《PAS 2050规范》的附件A），在植物生长期吸收的任何CO₂的净值。

焚化与甲烷燃烧

- 当甲烷被收集并用于发电时，将产生有用的能源，排放不包括在该产品的碳足迹中并被分配给所生产的能源部分（作为另一种产品生命周期的输入）；
- 当产生的甲烷未用于发电时，则无能源回收，化石碳（并非植物碳）产生的排放包括在该产品的碳足迹中（如同填埋）。

热电联产（CHP）

根据每一种能源所提供的有用能源量，把CHP源的总排放分配给电力和热能。这一排放分配量因CHP输入类型的不同而异（参见《PAS 2050规范》第8.3节）：

- 锅炉型（如：燃煤、薪柴、固体燃料）– 按该过程特定的热-电比率计算，每MJ电力转换为每MJ热量的排放比为2.5比1：因此，如果某个CHP电厂产生100MJ的电力和100MJ的热量而排放350千克的CO₂当量，则应当把250千克的CO₂当量分配给电力并应当把100千克的CO₂当量分配给热力；
- 涡轮机（如：以天然气为燃料）– 同样，按该过程特定的热-电比率计算，每MJ电力转换为每MJ热量的排放比为2比1。

运输

当该产品连同其它产品一并运输时，运输产生的各种排放则根据物理质量或体积（无论哪一种构成制约因素）进行分配。

例如，如果用载重为2吨的箱式卡车运送1吨重的羊角面包和1吨其他面包，则运输阶段排放量的50%分配给羊角面包。

再利用和再制造

产品生命周期GHG排放总量（不包括产品的使用阶段）除以该产品预期的可再利用次数，包括与为使该产品能被再次利用所需的任何再生产有关的各种排放。然后，上述值再加上一次使用阶段的各排放量，最后得出某个产品的碳足迹，它仅占产品生命周期排放的一部分，需再加上一个完整使用阶段的那些排放。

例如，如果某个轮胎在其生命周期内最多可反复进行四次翻新处理，这则产生了5个有明显区别的使用阶段，其中四次需要采取再生产步骤。为了计算产品在某个生命周期内的GHG排放总量：

- 计算除使用阶段外所有生命周期的排放。为了简化，假设为100克的CO₂当量；
- 加上4个再生产步骤的排放：
假定每次翻新处理产生25克CO₂当量的排放，总排放量为：四个再生产步骤乘以25等于100克CO₂当量；因此，一个轮胎完整生命周期内总排放量为200克CO₂当量；
- 总排放量除以预期使用的次数：
 $200/5 = 40$ 克CO₂当量；
- 到此，某个轮胎使用阶段的排放量应当再加上生命周期内排放总量（40克CO₂当量）。

至此，计算出了碳足迹值，此时可认识到测量是何等精确并可再次重现结果。下一节解释不确定性概念。

步骤5：不确定性检查（可选项）

对产品碳足迹的不确定性分析是一种对精度的衡量。虽然在《PAS 2050规范》中未对此作出描述，但各公司可从对其碳足迹不确定性的评估中受益，有关说明如下（关于如何计算不确定性的细节，详见附件四）：.

这一步骤的目标是衡量碳足迹结果中的不确定性并使其最小化，提高碳足迹比较结果的可信度，以及提高基于碳足迹的决策水平。不确定性分析带来以下几个方面的益处：

- 使产品间的比较结果以及使决策具有更高的可信度；
- 判定数据收集的重点和非重点；
- 为更好地认识碳足迹模型本身做出贡献 – 模型如何运行，如何改进模型以及模型结果何时更加确凿；
- 如果通报结果，不确定性分析向内部和外部读者提供有关碳足迹的确凿性信息。

正如《PAS 2050规范》所鼓励的那样，确定产品碳足迹最佳做法的目的是使碳足迹计算中存在的 uncertainty 最小化，以有助于提供最确凿、可靠和可重复的结果。虽然为了达到有关数据质量的规范有必要开展不确定性分析，但是《PAS 2050规范》并未明确要求开展这一分析，按实际做法，把这一分析任务委托给具有不确定性分析经验并熟悉产品碳足迹模型的某个单位完成，这是一种实用的做法。

减少不确定性

一旦按照附件四描述的过程发现了不确定性的来源，则通常可遵循以下步骤减少不确定性的源头：

- 用质量好的初级活动水平数据替代次级数据，如：用一个输电线路电表的实际测量数据替代某个估算的电力消耗系数等。

- 采用质量更好的次级数据，即：更有具体针对性的、更近的和/或更完整的数据；
- 改进用于计算碳足迹的模型，使之对事实更具有代表性，如：对每个分布阶段逐一进行估算，而不是对总分布进行一揽子估算；
- 另外还需要同行专家对碳足迹进行一次评审和/或认证。

并非初级数据的不确定性总是低于次级数据，但是对于某个特定过程或排放源，用不确定性评估来判定采用初级数据还是次级数据是一种很好的判定方式。

第三节

后续步骤

在计算出产品的碳足迹之后，可能会根据评价目标采取若干不同的行动。那些仅利用《PAS 2050规范》来指导高水平分析的组织，可能会转而直接确定减排的机遇。其它组织可能要检验碳足迹方法和数量，以便给予其内部决策更大的信心，抑或作为发布外部声明的一个步骤。

审定结果

通常，为了确保采取的行动或作出的决定都是以正确一致的分析为基础，有效的方法是检验产品的碳足迹。然而，所需的验证等级取决于预定的目标 – 向消费者公布的，则验证的等级须高于仅供内部使用的数据。

《PAS 2050规范》根据如何使用产品的碳足迹，确定了三个检验等级（更多信息请参见《PAS 2050规范》第10.3节）：

1. 认证 – 国际公认的认可机构（例如，英国皇家认可委员会，UKAS）认可的第三方独立认证机构。而后，审核员将审议碳足迹评估过程、核实数据源和计算的结果，并确认《PAS 2050规范》是否得到正确使用以及评估是否取得一致。对外发布碳足迹结果可推荐此种认证，在任何情况下这种方式可能是理想的，以确保根据正确的信息作出各项决策。

2. 其它方核查 – 非认可的第三方应按照认证机构公认的标准进行论证，并按要求支持外部核查。这种方法的可信度可能低于得到完全认可的认证机构所给予的可信度。
3. 自我核查 – 如果选择自我核查，就要按照BS EN ISO 14021)中所述的方法。注意，碳足迹的用户可能不太信任此项选择。

当公司愿意公开通报碳足迹时，则非常鼓励开展独立的认证工作。有资质的专家所作的第三方认证还能使人们有平和的心态，即根据确凿的分析作出各项后续决定（如：减少排放和降低成本、选择供应商、改换收据和中止产品）。

如果不使用相同的数据源、边界条件和其它假设，不同产品的碳足迹不具有真正的可比性，。

减排

产品的碳足迹能够为促进减排GHG提供有价值的深入了解。计算碳足迹的做法既可以提供一个基准，用于衡量未来的减排量，也有助于发现产品生命周期各阶段的减排机会。这种分析为供应商、分销商、零售商和消费者了解如何减排提供了一个途径（参见下页左边的图文框）。

⁹⁾ BS EN ISO 14021, 环境管理 环境标志和声明 自我环境声明 (II型环境标志)。

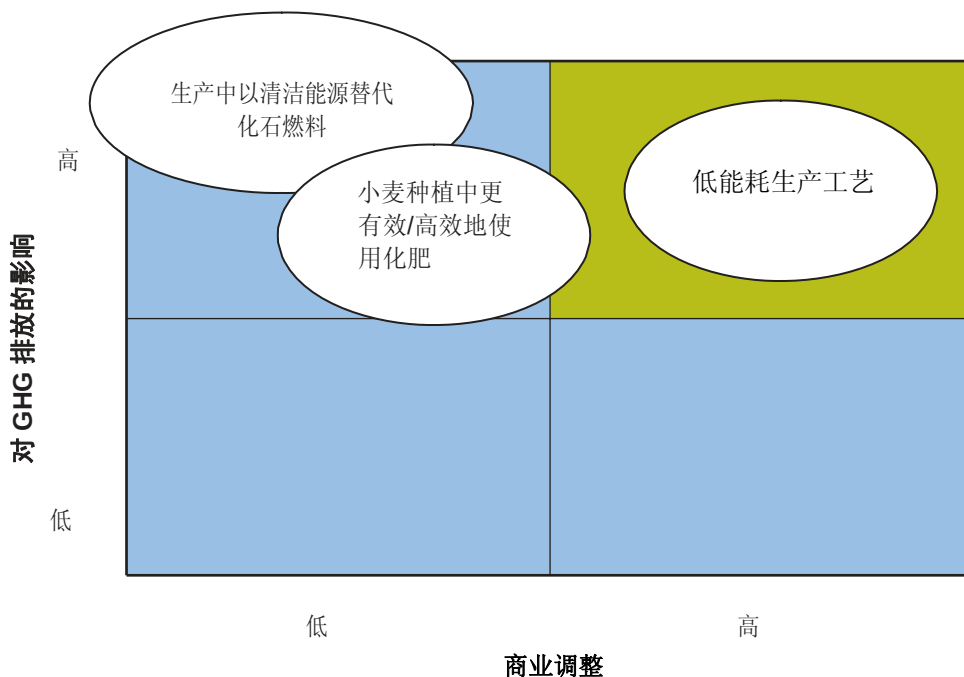
共同的减排机会

- 能源使用
 - 用电改为燃气
 - 提高可再生能源的比例
- 生产
 - 减少废物量
 - 扩大规模
 - 减少加工量
 - 改变生产操作，提高效率
- 分销
 - 减少储藏和运输过程中的加热/冷藏
 - 缩短行程距离
- 总则
 - 选择采购/供应商选择中纳入能源/碳标准
 - 设计决策中纳入能源/碳标准
 - 改变产品设计/配置/材料，例如100%再生瓶子
 - 改变技术选择（例如，设备升级，使之能效更高）
 - 改进库存管理

产品的碳足迹分析本身有助于确定GHG排放的主要驱动力，可能也有助于根据背后的控制因素（例如，整体工业界、市场/消费者、供应链、内部的控制）对这些驱动力加以分类。针对所有的主要驱动力，需要探索减排的方法，并考虑那些能够实现减排的在整个价值链上可采取的行动。而后评价产品整个生命周期各阶段中，每项行动的GHG影响、成本、可行性和潜在的市场反映。一种可行的方法是在碳足迹模型中使用敏感性分析，以便帮助量化影响并作出这些决定。

通过减少能源使用和浪费，可节省大量成本，数额相当于因采用降低排放/成本战略所需的投资和运营成本的潜在增幅（参见下图优先序框架）。

根据对GHG排放和商业目标的可能影响，按优先序排列潜在的减排战略



确定优先序的框架图

任何碳减排活动对消费者的潜在影响也应加以考虑,包括对价值、质量和服务的理解;选择和范围、可用性和便利性以及差异。

优先准则都是针对各公司的情况,但在作出行动决策时,大部分公司选择排放影响与商业机遇相结合(降低成本和/或收入潜力),而后是其它方面的战略考虑。

通报碳足迹并公布减排量

《PAS 2050规范》并未对公布碳足迹或发表减排声明提出任何要求。具体指南的一个来源是《产品GHG排放和减排声明良好规范法》⁷⁾,它是由碳信托基金和节能信托基金发起,结合《PAS 2050规范》,通过磋商过程制定的。本文件为一致而明确地通报产品排放量并发布减排声明提供了指南。

环境产品声明指南的另一个来源是英国环境、食品和乡村事务部的绿色声明指南⁸⁾。本指南得到英国工业联合会、英国零售业协会、地方当局食品和贸易标准协调机构以及英国标准协会的支持,它能够帮助商业向消费者提供其产品的环保信息和声明。

发布产品碳足迹的决定 - 以及如何发布 - 取决于最初的目标,且可包含许多不同的信息、格式和受众,包括:

- 消费者,通过产品包装、销售点、产品说明、广告、促销材料、网站、新闻发布会等提供的碳足迹信息;
- 内部管理层;
- 员工;
- 供应链伙伴;
- 工业协会;
- 媒体;
- 投资者。



⁷⁾ 《产品GHG排放和减排声明良好规范法》(2008), 可登录:

www.carbontrust.co.uk。

⁸⁾ 绿色声明-实用指南, 如何发表良好环境声明(2003), 可登录:

www.defra.gov.uk/environment/consumerprod/pdf/genericguide.pdf

附录一

《PAS 2050规范》 在不同产品类型中的应用

	B2C 商品	B2B 商品	服务
产品功能单位的定义	● 消费者所购商品的标准规格/份量（例如，一份12只包装的羊角面包）	● 商业用户所购商品的标准规格/份量（例如，一吨面粉）	● 有代表性、可对比的服务提供（例如，宾馆住宿一晚）
过程图/边界	● 包括生命周期的各阶段： – 原材料 – 生产 – 分销/零售 – 使用 – 处置/再循环	● 包括交付给用户时为止的生命周期各阶段： – 原材料 – 生产 – 交付给用户	● 服务类型的不同而各异 ● 可包括： – 开业/开张 – 营业中 – 停业 ● 包括涉及提供一个服务单元的所有活动、材料、能源和废物
数据收集	←	适用于任何产品类型	→
计算	←	适用于任何产品类型	→
不确定性	←	适用于任何产品类型	→
核查/发布	←	适用于任何产品类型	→

不同产品类型对实施《PAS 2050 规范》的影响

附录二

服务示例

计算服务的碳足迹要严格遵循与计算商品的碳足迹相同的步骤：《PAS 2050规范》确定了一种能够同样适用于服务和商品的方法。然而，要正确地确定和了解服务‘产品’的定义和理解过程图中生命周期的各阶段，会更具挑战性，需要加倍努力来确定。

在选择一项服务来计算碳足迹时，尽量确定此服务在某种程度上能够最适用于该公司及其它使用此碳足迹者，即产生碳足迹者：

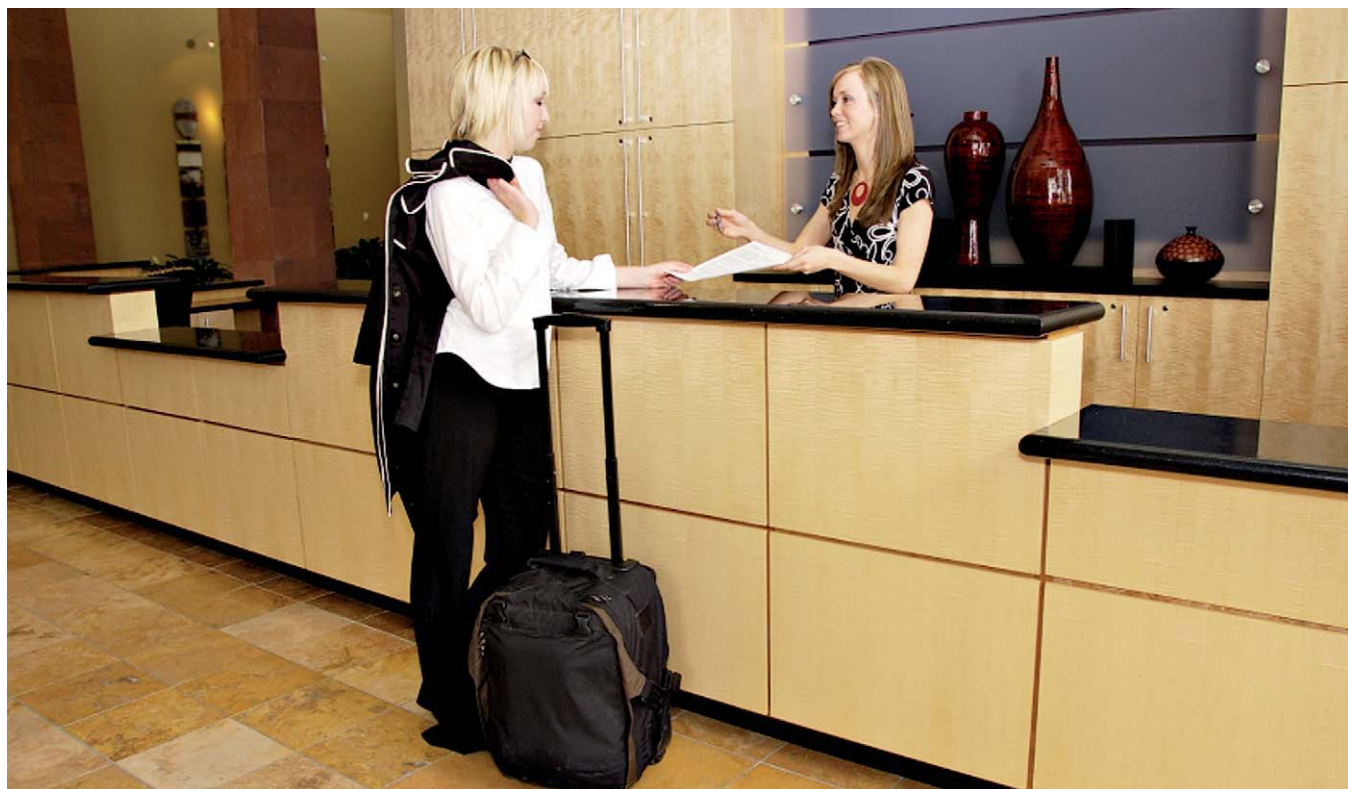
- 易于与你或你的竞争对手提供的其它服务相对比；
- 有可能带来可行的减排机会；

- 相对容易地了解和描述供应链/过程图。

示例1：宾馆住宿一晚

假定有一家宾馆连锁店要计算住宿一晚的碳足迹。

首先，要确定功能单位。假设宾馆有不同类型的房间，例如，标准间、豪华间、套房，各等级或面积的房间可能有不同的碳足迹。为了给出有意义的产品定义，该宾馆首先选择评价其代表性的标准间，而



后，有可能将此方法用于评价其它等级的房间。然而，要更容易地进行数据收集和对比，必须要更详细地确定功能单位。一个可能的定义是：宾馆住宿一晚 = 房间/宾馆24小时的消耗值。

其次，制作宾馆住宿一晚的过程图。生命周期中的某些可能部分有：

- 办理入住手续
- 入住/使用房间
- 退房
- 清理房间/为下一位客人入住做准备

利用这些部分，我们就能够详细分析各阶段的活动、材料、能源和与废物：

- 办理入住手续
 - 前台使用的电脑
 - 钥匙
- 入住/使用房间
 - 客人使用照明、电视、小冰箱所耗电力
 - 客人使用暖气/空调的耗能
 - 客人用水
 - 客人产生的废物
 - 客人使用宾馆各类设施的比例(如电梯、公共区域、娱乐/健身房)
 - 卫生间
- 退房
 - 前台使用的电脑
 - 支付系统
 - 收据用纸
- 清理房间/为下一位客人入住做准备
 - 洗涤/烘干床上用品
 - 使用清洁剂、吸尘器等

关于碳足迹分析的其余部分 – 数据收集、碳足迹计算本身和结果的不确定性/质量检验 – 参照本指南正文所述的步骤3、4和5。

示例2：信息技术服务

本示例中，面向消费者服务的公司要评估通过IT提供特定用户端支持设备的碳足迹，例如，在线支付系统。

第一步是确定功能单位。为此，选择消费者使用一小时在线IT服务作为功能单位。而后，在供应商和内部管理层的帮助下，制作过程图，要包括有助于提供IT服务的所有供应链、用户使用和服务结束后的影响。

生命周期的下列各部分已经确定：

- 提供给服务提供商的软硬件设施和更新
- 服务的办公设备和保障人员



- 服务的更新，提供呼叫中心和在线支持；
- 用户接受服务；
- IT设备的淘汰。

生命周期各阶段内的活动包括：

- 使用目前的应用程序和服务、以及保持这一功能水平所需的各项活动和设备；
- 软硬件技术更新；
- 纸张使用（例如，打印量）；
- 呼叫中心和服务用房
（如果这些用房还为其它功能提供服务，可做适当的分配）；
- 服务提供商和最终用户的设备；

- 服务开发和服务提供人员；
- 包括差旅在内的运行过程中的排放；
- IT设备和数据电子档案的淘汰；
- 废物处理和资金划拨。

也考虑过差旅以及建筑物和服务中的隐性排放，但由于它们不属于《PAS 2050规范》的范畴（参见《PAS 2050规范》第6.4.3节和6.5节），因而被排除在外。

详细制作完毕过程图后，该公司继续执行步骤3：*收集数据*，以及步骤4：*计算碳足迹*，如本指南所述。

附录三

产品碳足迹 的计算——工作 示例

对本案例研究纯粹是说明性质的，并不代表羊角面包生产的真实示例；为简便起见，选用了一些尽可能使对本案例的研究易于效仿的数值。本研究

结果并非意在于体现有完整代表性的羊角面包的碳足迹。



输入	总量	来源
原料		
小麦		
(1a) 耕种		
每吨小麦的CO ₂ 当量（千克）	500	排放因子数据库
每吨羊角面包所用小麦（吨）	0.9	与供应商面谈
每吨羊角面包的CO ₂ 当量（千克）	450	算法：每吨小麦的排放量×每吨羊角面包所用小麦吨数
(1b) 运输		
平均距离（千米）	100	与供应商面谈
每千米的CO ₂ 当量（千克）	1	排放因子数据库；根据车型
每次去程的CO ₂ 当量（千克）	100	算法：每千米排放量×每次行程千米数
返程空驶率（%）	100%	与供应商面谈
每次返程的CO ₂ 当量（千克）	100	算法：返程空驶率×每千米排放量×每次行程千米数
每次总行程的CO ₂ 当量（千克）	200	算法：去程的排放量+返程的排放量
每次装载的小麦（吨）	20	与供应商面谈
每吨小麦的CO ₂ 当量（千克）	10	算法：每次总行程的排放量 / 每次装载小麦吨数
每吨羊角面包所用小麦（吨）	0.9	与供应商面谈
每吨羊角面包的CO ₂ 当量（千克）	9	算法：每吨小麦的排放量×每吨羊角面包所用小麦吨数
面粉		
(2a) 生产（碾磨）		
碾磨每吨小麦的kWh	100	与供应商面谈
每kWh的CO ₂ 当量（千克）	0.5	排放因子数据库；基于国家电力供应公司
每吨羊角面包所用小麦（吨）	0.9	与供应商面谈
每吨羊角面包的CO ₂ 当量（千克）	45	算法：每kWh的排放量×每吨小麦所耗能源×每吨羊角面包所用小麦的吨数
(2b) 面粉运输		
平均距离（千米）	100	与供应商面谈
每千米的CO ₂ 当量（千克）	1	排放因子数据库；根据车型

输入	总量	出处
每次去程的CO ₂ 当量（千克）	100	算法：每千米排放量×每次行程的千米数
返程空驶率（%）	100%	与供应商面谈
每次返程的CO ₂ 当量（千克）	100	算法：返程空驶率×每千米排放量 ×每次行程的千米数
每次总行程的CO ₂ 当量（千克）	200	算法：去程的排放量+返程的排放量
每次装载的面粉（吨）	20	与供应商面谈
每吨面粉的CO ₂ 当量（千克）	10	算法：每次总行程排放量/每次装载的面粉吨数
每吨羊角面包所用面粉（吨）	0.7	与供应商面谈
每吨羊角面包的CO ₂ 当量（千克）	7	算法：每吨面粉的排放量×每吨羊角面包 所用面粉吨数
(2c) 废物		
运输		
平均距离（千米）	20	与供应商面谈
每千米的CO ₂ 当量（千克）	2	排放因子数据库；根据车型
每次去程的CO ₂ 当量（千克）	40	算法：每千米的排放量×每次行程的千米数
返程空驶率（%）	100%	与供应商面谈
每次返程的CO ₂ 当量（千克）	40	算法：返程空驶率×每千米排放量 ×每次行程的千米数
每次总行程的CO ₂ 当量（千克）	80	算法：去程的排放量+返程的排放量
每次装载的废物（吨）	10	与供应商面谈
每吨废物的CO ₂ 当量（千克）	8	算法：每次总行程的排放量/每次装载的废物吨
每吨小麦的废物（吨）	0.2	与供应商面谈
每吨羊角面包所用小麦（吨）	0.9	与供应商面谈
每吨羊角面包的CO ₂ 当量（千克）	1.4	算法：每吨废物的排放量× 每吨小麦的废物吨数×每吨羊角面包所用小麦 吨数
处置		
每吨废物的CO ₂ 当量（千克）	300	排放因子数据库；根据碳含量，可能的分解率 和气体溢出率
每吨小麦产生的废物（吨）	0.2	与供应商面谈

输入	总量	来源
每吨小麦的CO ₂ 当量（千克）	60	算法：每吨废物的排放量×每吨小麦产生废物的吨数
每吨羊角面包所用小麦（吨）	0.9	与供应商面谈
每吨羊角面包的CO ₂ 当量（千克）	54	算法：每吨小麦的排放量×每吨羊角面包所用的小麦吨数

用上述方法计算的其它原料

其它原料包括黄油，因其排放因子高，黄油的总碳足迹比例高于用质量所表示的数值（因此，产品总体碳足迹的比例高于这些结果所表示的数值）。

制作

(3a) 烘焙

每吨羊角面包使用的燃气（kWh）	1000	与供应商面谈
每kWh燃气的CO ₂ 当量（千克）	0.2	排放因子数据库；根据燃气源
每吨羊角面包的CO ₂ 当量（千克）	200	算法：每吨羊角面包使用的kWh燃气×每kWh燃气的排放量
每吨羊角面包所用的电力（kWh）	200	与供应商面谈
每kWh电力的CO ₂ 当量（千克）	0.5	排放因子数据库；根据国家电力供应公司
每吨羊角面包的CO ₂ 当量（千克）	100	算法：每吨羊角面包所用的kWh电力×每kWh电力的排放量
每吨羊角面包总烘焙CO ₂ 当量（千克）	300	算法：每吨羊角面包kWh燃气排放量+每吨羊角面包kWh电力排放量

(3b) 包装

每千克塑料薄膜的CO ₂ 当量（千克）	2	排放因子数据库
每1,000个包装袋的塑料薄膜（千克）	20	与供应商面谈
每1,000个包装袋的CO ₂ 当量（千克）	40	算法：每千克塑料薄膜的排放量×每1,000个包的塑料薄膜千克数
每1,000个包装袋所装羊角面包（吨）	1	内部数据
每吨羊角面包的CO ₂ 当量（千克）	40	算法：每1,000个包装袋的排放量/每1,000个包装袋所装羊角面包吨数

(3c) 废物

运输

平均距离（千米）	50	与供应商面谈
----------	----	--------

输入	数量	出处
每千米的CO ₂ 当量（千克）	2	排放因子数据库；根据车型
每次去程的CO ₂ 当量（千克）	100	算法：每千米的排放量×每次行程的千米数
返程空驶率（%）	100%	与供应商面谈
每次返程的CO ₂ 当量（千克）	100	算法：返程空驶率×每千米排放量 ×每次行程的千米数
每次总行程的CO ₂ 当量（千克）	200	算法：去程的排放量+返程的排放量
每次装载的废物（吨）	10	与供应商面谈
每吨废物的CO ₂ 当量（千克）	20	算法：每次总行程的排放量/每次装载的废物吨数
每吨羊角面包所产生的废物	0.1	与供应商面谈
每吨羊角面包的CO ₂ 当量（千克）	2	算法：每吨废物排放量 × 每吨羊角面包产生的废物
处置		
每吨废物的CO ₂ 当量（千克）	300	排放因子数据库；根据碳含量，可能的分解率和气体溢出率
每吨牛角面所产生的废物	0.1	与供应商面谈
每吨羊角面包的CO ₂ 当量（千克）	30	算法：每吨废物排放量 × 每吨羊角面包产生的废物
分销		
(4a) 运输到配送中心		
平均距离（千米）	100	与分销商面谈
每千米的CO ₂ 当量（千克）	2	排放因子数据库；根据车型
每次去程的CO ₂ 当量（千克）	200	算法：每千米的排放量×每次行程的千米数
返程空驶率（%）	50%	与分销商面谈
平均距离（千米）	100	与分销商面谈
每千米的CO ₂ 当量（千克）	2	排放因子数据库；根据车型
每次返程的CO ₂ 当量（千克）	100	算法：返程空驶率×每千米排放量 ×每次行程的千米数
每次总行程的CO ₂ 当量（千克）	300	算法：去程的排放量+返程的排放量
每次行程装载的羊角面包吨数	10	与与分销商面谈

输入	数量	出处
每吨羊角面包的CO ₂ 当量（千克）	30	算法: 每次总行程的排放量/每次行程装载的牛面包吨数
(4b) 存储		
直接使用的能源(千瓦时)	0	与分销商面谈
存储地点每年使用的能源(千瓦时)	1,000,000	与分销商面谈
规因于1T羊角面包的部分	0.0001%	与分销商面谈
每吨羊角面包间接使用的能源(千瓦时)	1	算法: 点能源×配置每吨羊角面包
每千瓦时的CO ₂ 当量（千克）	0.5	与分销商面谈
每吨羊角面包的CO ₂ 当量（千克）	0.5	算法: 每千瓦时的排放量×每吨羊角面包使用的(千瓦时)
(4c) 运输到存储地点		
平均距离（千米）	20	与分销商面谈
每千米的CO ₂ 当量（千克）	1	排放因子数据库；根据车型
每次去程的CO ₂ 当量（千克）	20	算法: 每千米的排放量×每次行程的千米数
返程空驶率（%）	100%	与分销商面谈
平均距离（千米）	20	与分销商面谈
每千米的CO ₂ 当量（千克）	1	排放因子数据库；根据车型
每次返程的CO ₂ 当量（千克）	20	算法: 返程空驶率×每千米排放量×每次行程的千米数
每次总行程的CO ₂ 当量（千克）	40	算法: 去程的排放量+返程的排放量
每次行程装载的羊角面包吨数	8	与分销商面谈
每吨羊角面包的CO ₂ 当量（千克）	5	算法: 每次总行程的排放量/每次行程装载的牛面包吨数
(4d) 零售		
每天每托盘的CO ₂ 当量（千克）	2	排放因子数据库；根据存储条件(环境)
在商场的平均存储日数	2	零销商面谈
每托盘的总CO ₂ 当量（千克）	4	算法: 每天每托盘的排放量×在商场的平均存储
每托盘羊角面包包装的数量	200	与消费者面谈
每个包装的CO ₂ 当量（千克）	0.02	算法: 每托盘的排放量/每托盘羊角面包包装的数量

输入	数量	出处
每吨羊角面包包装的数量	1,000	零销商面谈
每吨羊角面包的CO ₂ 当量（千克）	20	算法: 每个包装的排放量×每吨羊角面包包装的数量
消费者使用		
(5a) 存储(冷藏)		
冷藏一个包装所需的能源(千瓦时)	0.05	行业协会
每千瓦时的CO ₂ 当量（千克）	0.5	排放因子数据库; 基于电网
每个冷藏包装的CO ₂ 当量（千克）	0.025	算法: 每千瓦时的排放量 × 每个冷藏包装所需的千瓦时
每吨羊角面包的包装数量	1,000	内部数据
冷藏的羊角面包的百分比	20%	内部调查数据
每吨羊角面包的CO ₂ 当量（千克）	5	算法: 每个冷藏包装的排放量×每吨羊角面包的包装数量 × 冷藏的羊角面包的百分比
(5b) 消费(加热)		
加热一个羊角面包所需的能源(千瓦时)	0.02	政府数据
每千瓦时的CO ₂ 当量（千克）	0.5	排放因子数据库; 基于电网
每个加热的羊角面包的CO ₂ 当量（千克）	0.01	算法: 每千瓦时的排放量 × 加热每个包装所需的千瓦时
每个包装的羊角面包数量	12	内部数据
每吨羊角面包的包装数量	1,000	内部数据
加热的羊角面包的百分比	30%	内部调查数据
每吨羊角面包的CO ₂ 当量（千克）	36	算法: 加热每个羊角面包的排放量×每吨羊角面包的包装数量 × 加热的羊角面包的百分比
处置		
(6a) 运输到垃圾填埋场		
平均距离（千米）	5	市政废物管理者面谈
每千米的CO ₂ 当量（千克）	2	排放因子数据库; 根据车型
每次去程的CO ₂ 当量（千克）	10	算法: 每千米的排放量×每次行程的千米数

输入	数量	来源
返程空驶率（%）	100%	市政废物管理者面谈
平均距离（千米）	5	市政废物管理者面谈
每千米的CO ₂ 当量（千克）	2	排放因子数据库；根据车型
每次返程的CO ₂ 当量（千克）	10	算法：返程空驶率×每千米排放量 ×每次行程的千米数
每次总行程的CO ₂ 当量（千克）	20	算法：去程的排放量+返程的排放量
每次行程装载的废物吨数	10	市政废物管理者面谈
每吨废物的CO ₂ 当量（千克）	2	算法：每次总行程的排放量/每次行程装载的废物
每吨羊角面包产生的废物吨数	0.2	内部调查数据：抛弃的羊角面包为20%
每吨羊角面包的CO ₂ 当量（千克）	0.4	算法：每吨废物的排放量×每吨羊角面包产生的 吨数
(6b) 垃圾填埋场分解		
羊角面包		
每吨羊角面包废物的CO ₂ 当量（千克）	800	排放因子数据库
每吨羊角面包产生的废物吨数	0.2	内部调查数据：抛弃的羊角面包为20%
每吨羊角面包的CO ₂ 当量（千克）	160	算法：每吨羊角面包废物的排放量×每吨羊角面 产生的废物吨数
塑料包装袋		
每吨羊角面包产生的塑料废物吨数	0.05	内部（假设丢弃100%的包装袋）
每吨塑料废物的CO ₂ 当量（千克）	100	排放因子数据库
每吨羊角面包的CO ₂ 当量（千克）	5	算法：每吨塑料废物的排放量×每吨羊角面包产 的塑料废物吨数
每吨羊角面包的CO ₂ 当量（千克）	165	算法：羊角面包废物排放量 + 塑料废物排放量
每吨的总计	1,200	
每12个羊角面包包装的总计	1.2	

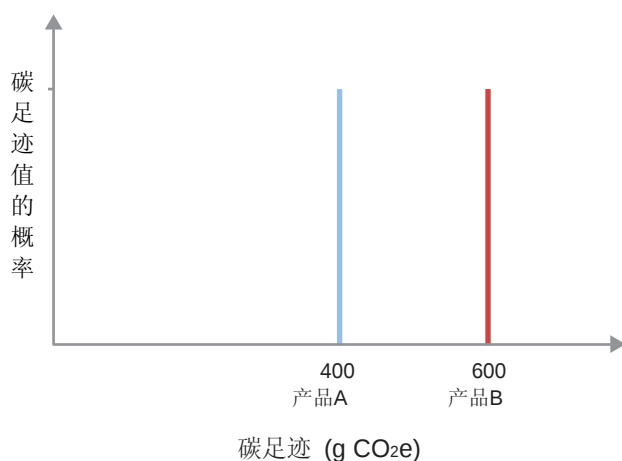
附录四

不确定性分析

若不确定性为零,则说明在碳足迹评价中没有变化(如下图所示,左边)。在这种理想的情景下,可对两种产品的碳足迹进行对比,并且碳足迹信息的用户可以确信他们所作的决定是基于准确的数据。

然而,不确定性给对比和决策带来了挑战,如下图所示,右侧。

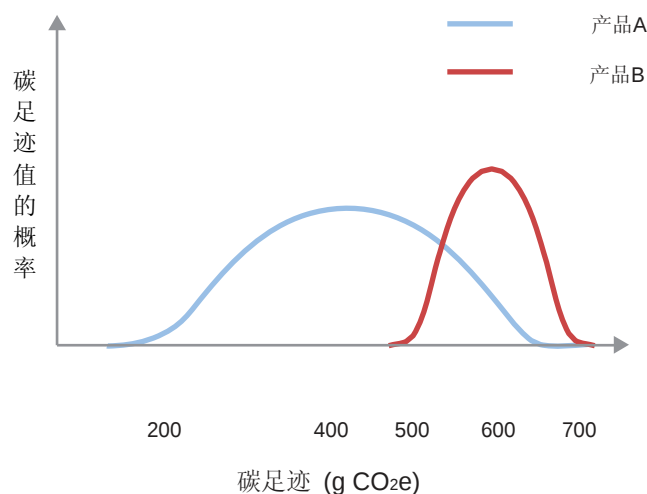
碳足迹的不确定性有两个来源:技术不确定性和自然变化。技术的不确定性是由于有限的数据质量,无效采样,错误的假设,不完整的模拟和其它碳足迹计算本身的缺陷所致。在计算不确定性过程中可对这些因素进行分析,详见下页。在定义产品碳足迹的过程中,将自然变化作为一个平均值或具有代表性的数值



零不确定性

予以考虑,因此对自然变率无需量化。

由于碳足迹计算的本质涉及估计和判断,每个模型的输入在一定程度上具有与之相关的不确定性。每项输入有一个围绕着平均值的概率分布,或者用于模型的数量。分布曲线可采用任何形状,如常年均值(如下面图例所示)。



在这个示例中的不确定性沿x轴大于或小于该产品预估400和600的价值。

产品A具有比产品B高的不确定性。

在碳足迹结果中更高的不确定性=在对比中较低的可信度

不确定性的计算

推荐的不确定性的计算方法是对第四个步骤中创建的碳足迹模型的进行一次蒙特卡洛分析。有很多可用于进行蒙特卡洛分析的软件包；另外一些LCA包也整合了蒙特卡洛功能。一个蒙特卡洛分析包括三个阶段：

1. 通过确定以下内容定义每项输入的概率密度：分布类型（如正态或对数正态）、可信度达到95%的输入值上限/下限以及相关系数；
2. 其次，通过一个经多次重复的过程，根据其分布随机更改输入值，并且记录输出所产生的新值（碳足迹）
3. 每项输入均重复上述过程，从而建立碳足迹结果的概率密度。这一不确定性结果可按' $\pm\%$ '或按值的范围报告。

最好在数据收集期间按步骤3确定每个模型输入的概率密度。在某些情况下，模型的输入概率密度已经

建立，如电表的精度或源自公开发表的某项研究的排放因子的不确定性；在其它情况下，必须由专家确定输入的概率密度，最有可能是首先测定输入值的人员。

不确定性数据的使用

不确定性分析产生的数据可有助于以下几个方面：

- 量化碳足迹的总体不确定性（碳足迹本身的范围和分布），如上所述；
- 通过提供敏感性/贡献率分析：按生命周期阶段或模型输入分析不确定性，以确定出相对“热点”，这些热点比其它各点具有更高的不确定性。

术语表

分配

将过程或产品系统中的输入和输出流分配到所研究的产品系统以及一个或更多的其他产品系统中。

源于生物的

从生物质中提取的、但非化石的或源自化石的。

生物质

从生物中提取的物质,但不包括嵌入地质构造中的物质或转变为化石的物质。

边界

通过一组准则确定哪些单元过程属于产品系统的一部分。

商业-到-商业 (B2B)

某一方向另一方(非终端用户)提供各种输入,包括产品。

商业-到-消费者 (B2C)

一方向终端用户提供各种输入,包括产品。

资产性商品

各类资产,诸如在产品生命周期内使用的机械、设备和建筑物。

二氧化碳当量(CO₂e)

在辐射强迫上与某种GHG质量相当的二氧化碳的量。

碳足迹

某个特定活动或实体产生的温室气体排放水平。

碳储存

以一种非气体形式保留源于生物的或大气的碳。

热电联产 (CHP)

在单个过程中同时产生可用的热能、电能和/或机械能。

共生产品

同一单元过程或产品系统中产出的任何两种或两种以上的产品[BS EN ISO 14044:2006, 3.10]。

数据质量

数据在满足所声明的要求方面的能力特性。

下游排放

某产品生命周期内的相关过程中那些被实施本规范的机构拥有或运营的后续过程中产生的GHG排放。

排放因子

释放的温室气体量,用二氧化碳当量与相关的活动单位表示(如:多少千克CO₂e/单元输入)。

注:可从次级数据来源中获得有关排放因子的数据。

排放

最终导致温室气体进入大气的向空气中的释放、向水和土壤中的排放。

功能单位

用作基准单位的量化的产品系统性能。

温室气体 (GHG)

大气层中自然存在的和由于人类活动产生的能够吸收和散发由地球表面、大气层和云层所产生的、波长在红外光谱内的辐射的气态成份。

注：温室气体包括二氧化碳 (CO₂)、甲烷 (CH₄)、氧化亚氮 (N₂O)、氢氟碳化物 (HFCs)、全氟化碳(PFCs)以及六氟化硫 (SF₆)。

输入

进入一个单元过程的产品、物质或能量流。

生命周期

产品系统中前后衔接的一系列阶段，从自然界或从自然资源中获取原材料，直至生命周期结束，包括任何回收利用或回收活动。

生命周期评价(LCA)

对一个产品系统生命周期内的输入、输出及其潜在环境影响的汇编和评价。

生命周期温室气体排放

在某个产品的特定系统边界内，该产品生命周期内所有阶段产生的温室气体排放总量。

质量平衡

流入和流出某个过程的所有材料的量化值。

实质性贡献

任一大于某个产品生命周期内温室气体排放估测值1%的温室气体排放源的贡献。

注：确定了1%的实质贡献阈值，以确保生命周期内微量温室气体排放源无需按更为重要的排放源同等对待。

抵销

宣称与某过程或产品相关联的GHG减排的机制，通过一个去除或阻止与被评价产品生命周期无关的GHG排放过程来实现。

输出

离开一个单元过程的产品、物质或能量。

初级活动水平数据

对于某个产品生命周期活动的定量测量。乘以排放因子后得到某过程所产生的GHG排放量。

注：有关示例包括使用的能源量、生产的材料、提供的服务或影响土地的区域。

产品

任何商品或服务。

注：服务分别有有形的和无形的成分。例如，提供的服务可包括以下内容：

- 针对某个消费者提供的有形产品开展的某个活动（如汽车修理）；
- 针对某个消费者提供的无形产品开展的某个活动（如：办理某项退税所需的收入报表）；
- 提供某个无形产品（如：在知识传播背景下提供信息）；
- 为消费者创造环境氛围（如：在宾馆和餐厅）；
- 包括信息的软件，软件一般是无形的，而且软件可以采用方法、交易或程序形式。

产品种类

具有同等功能的产品组群。

产品种类规则 (PCR)

根据BS EN ISO 14040:2006标准，对一个或多个产品种类进行III型环境声明所必须满足的一套具体的规则、要求和指南。

原材料

用于生产某种产品的初级和次级材料。

可再生能源

来自非化石的能源（风能、太阳能、地热、海浪、潮汐、水电、生物质能、垃圾填埋气、污水处理厂废气和沼气）。

次级数据

从产品生命周期所包括的过程中直接测量以外的来源获得的数据。

注：当无法获得初级活动水平数据或者获得初级活动水平数据不切实际时，则使用次级数据。

系统边界

通过一组准则确定哪些单元过程属于产品系统的一部分。

上游排放

某产品生命周期内的相关过程中那些被实施本规范的机构拥有、运行或控制之前的过程中产生的GHG排放。

使用阶段

某产品生命周期中，提供给消费者之后与产品报废之前的那一段。

使用概要

确定使用阶段所产生的GHG排放的准则。

可用的能源

通过取代另一种能源来满足需求的能源。

废物

持有者抛弃或打算抛弃或被要求抛弃的材料、共生产品、产品或排放物。