

SPHERE: 包装可持续性框架



目录

前言 | 7

执行摘要 | 8

第一部分 SPHERE：包装可持续性发展元框架 | 11

① 背景 | 12

② 包装可持续性定义 | 14

③ 目标 | 16

④ 目标用途及影响 | 17

⑤ 关键概念定义 | 18

⑥ 应用范围 | 19

第二部分 SPHERE框架的使用方法 | 20

⑦ 了解框架的使用方法 | 22

⑧ 使用包装分类确定评估范围 | 23

⑨ 选用合适方法 | 26

⑩ 设置阈值 | 28

⑪ 成果 | 30

第三部分 案例分析 | 31

第四部分 六大原则指导 | 37

第五部分 未来发展建议 | 47

术语表 | 49

附录 | 50

衷心感谢以下企业和组织对SPHERE框架发展的大力支持。



衷心感谢可持续塑料和包装价值链项目成员对我们的大力支持。





我们与世界可持续发展工商理事会（WBCSD）合作开发了SPHERE框架，该框架非常契合阿普达集团（Aptar Group）的愿景和目标一向更可持续的包装迈进。SPHERE框架提出的整体研究法可赋能决策过程，并让开发团队更好地了解包装方案的环境足迹。

Christophe Marie

阿普达集团全球产品可持续发展总监



在Circular Analytics，我们每天都会评估各种包装。包装评估的精髓在于以全面和整体的方式进行评估，并平衡兼顾包装可持续性的各个方面。只有这样，我们才能优化包装，使消费者、供应链和地球的需求和谐统一。能对SPHERE的发展做出贡献，我们倍感自豪。

Ernst Krottendorfer

Circular Analytics执行合伙人



客户们希望就“如何使包装更具可持续性”这一议题达成共识。就像我们以往发起的有关气候变化的倡议活动一样，我坚信这一新框架将使决策者更清楚地认识到包装对环境产生的影响。

Olivier Jan

德勤可持续发展合伙人



创建一个可持续、可循环的未来是我的初心。在陶氏公司，我有幸可以制定一系列战略，通过增强关键市场的驱动力解决循环问题，并使废塑料远离我们的生态环境。解决包装废弃物问题绝非易事，所以我很高兴能成为SPHERE框架顾问小组成员，帮助打造一个实用的框架，让各公司按其需求选择最有利于可持续发展的包装。我相信，SPHERE可以真正帮助企业推进其可持续发展战略，为实现“零废弃”铺平道路。

Jeff Wooster

陶氏前全球可持续发展总监



我们很高兴能够参与协调生命周期评价（LCA）指标、生命周期末端影响生命末端和循环性三者之间关系。这也是业界为作出有益决策提出的关键诉求。我们希望这是我们向目标迈出的一大步。

Julien Boucher, PhD

Environmental Action创始人兼董事





Quantis在引领开发各项衡量包装环境影响的关键指标—如生命周期评价、塑料泄漏和生物多样性评估领域—已精耕细作15年有余。这些指标在指导决策时都发挥了重要作用。实现真正的可持续发展，我们需要大局观。对Quantis和整个包装价值链来说，SPHERE框架是重要里程碑，标志着它将各个独立的衡量标准合并为一，以此加速行业转型，使行业发展与地球的承载力相适应。

Dimitri Caudrelier
Quantis首席执行官



SPHERE框架是一款实用工具，有助于人们理解可持续性对于包装的意义，并帮助人们在开发新包装时做出更明智的选择。框架下的六大原则将为圣戈班创新团队提供切实可行、结构清晰的指导。

Emmanuel Normant
圣戈班集团可持续发展副总裁



采用颠覆性包装创新设计被视为企业应对全球包装废弃物挑战的有效手段。在企业投资塑料废弃物回收再利用业务之前，这一步尤为重要。依托SPHERE框架，我们希望为包装设计者提供一种可以平衡废弃物、排放、生物多样性和其他环境影响的方法。

Irene Hofmeijer
South Pole塑料与循环经济负责人



包装可持续发展大势已至，我比以往任何时候都更需要整产业链协同合作。为了应对地球面临的重大挑战，我们需要有共同的目标和相同的愿景。SPHERE框架为我们打下了共同基础，让我们的行动事半功倍。

Michael Mapes
Trivium Packaging首席执行官



缩写词对照表

IBC	周转箱
CFF	循环足迹公式
CGF	消费品论坛
CoC	受关注化学品
CTI	循环转化因子
EMF	艾伦·麦克阿瑟基金会
EPR	生产者责任延伸制
FCOC	受关注食品化学品
FU	功能单元
GHG	温室气体
ISO	国际标准化组织
JRC	欧盟委员会联合研究中心
LANCA	生命周期评价中关于土地利用计算的影响因子
LCA	生命周期评价
MCI	循环物质因子
MWI	废弃物管理不善指数
PCR	消费后再生树脂
PEF	产品环境足迹
SBT(s)	科学碳目标
SPHERE	包装可持续性决策整体评估

前言

包装对生态环境的影响日益显著，一次性塑料对海洋环境、陆地生态和人类健康的危害频频见报。

世界可持续发展工商理事会（以下称WBCSD）对于产品和材料抱有以下愿景：到2050年，实现资源利用的全面优化，各种资源在满足社会需求的基础上可以充分再生。WBCSD旨在为全球领先的创新型企业提供平台。依托现有工作基础，WBCSD产品和材料版块致力于推动循环解决方案的发展，使全球资源消耗不再加重气候、环境和社会负担。

来自包装产品足迹和消费者的双重压力与日俱增，越来越多的公司开始寻求解决方案，减少产品包装对环境的影响。为此，我们如何能确保可以全面地捕捉并分析这些影响？

这是WBCSD[可持续塑料及包装价值链](#)包装可持续循环评估工作小组提出的问题。为了回答这个问题，工作小组的专家们创建了“包装可持续性决策整体评估”（Sustainability in Packaging Holistic Evaluation for Decision Making, SPHERE）框架。

SPHERE框架可以帮助公司各个部门制定包装策略，在复杂性和简单性之间取得了平衡。

该框架涵盖了从环境可持续性角度评估包装所需的所有要素，并提炼出了一种可以提高包装整体评估水平的方法。当前版本未将可持续性的经济要素和社会要素考虑在内。

生命周期评价（LCA）工具通常是评估包装材料可持续性的唯一依据。其他评估工具和方法虽然可能会纳入其它因素，但无法全面评估环境可持续性的各个方面。举例来说，由WBCSD推出的循环转化因子（CTI）衡量的循环性尽管它纳入的因子比废弃物管理生命周期评价LCA更多，但目前为止还不包括包装可持续性因子，如包装对生物多样性的影响。

总而言之，现有的诸多包装环境影响评估方法都有其局限性，且彼此孤立，难以协同。

随着公众环保意识的提高，公众对公司可持续性承诺的监督也日趋严格。因此，企业需要借助更强大的工具和方法来决定其包装选择。

SPHERE框架为可持续包装决策另辟蹊径。通过将包装可持续性的所有因子纳入一个框架，决策者可以权衡某种包装的优缺点和运输方式。总之，该框架全面整合了相关和可用信息，提供决策考虑因素的优先级，并为具体执行情况和发展提供监测。



Erwan Harscoet
德勤可持续发展总监



Jenny Wassenaar
Trivium Packaging首席可持续发展官

执行摘要

SPHERE框架可为决策者提供有关包装设计环境影响的全方位指导，旨在创造一个净零、环境友好的未来。

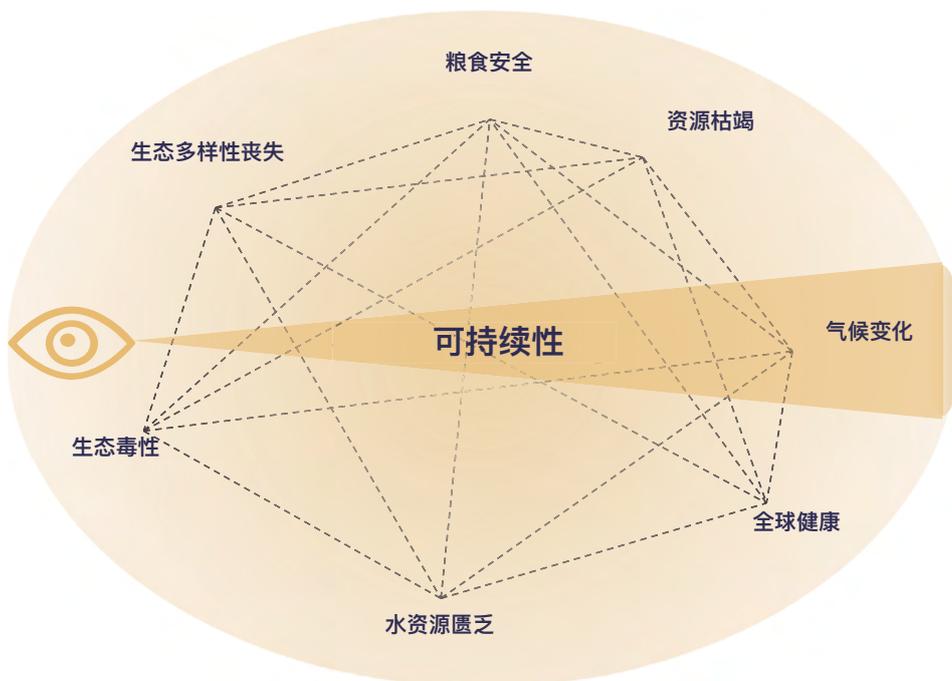
传统的通过气候行动角度看待环境可持续性的做法会导致认知单一。其实，正如图1所示，可持续性是多层面、多维度的，需要用全面且系统眼光看待。SPHERE框架旨在帮助决策者拓宽视野，从整体的角度看待包装对环境的影响。

当下，评估包装在生命周期不同阶段（生产、使用和生命末端）的环境影响的方法繁多且相互独立，所以决策者往往需要权衡利弊。例如，用塑料代替玻璃或金属包装可降低初始碳足迹，但对于缺乏塑料固体废弃物管理系统的国家来说，这一举措可能会导致塑料包装污染危机。

WBCSD提出的SPHERE框架可用于评估所有包材并可全面展示相关环境影响和利弊。业内包装设计师、产品组合经理和可持续发展经理可在该框架指导下量体裁衣，设计可持续包装。

该框架以包装和运输系统对环境的影响为重点。它经得起时间考验，能迅速适应新型评估方法。该框架还可增加可持续性的社会和经济层面因子。

图1: 可持续性的“隧道视野效应”



来源：改编自Jan Konietzko的“碳隧道视野效应”

与所有人类活动一样，包装总是会对环境产生影响。SPHERE框架明确了包装可持续性的整体定义，涵盖了产品生命周期各个阶段（从生产到使用到生命末端）包装对环境产生的影响，这也是创建该框架的初衷之一。

SPHERE框架将包装的可持续性定义为：**循环最大化、影响最小化、物质无害化**。

这一定义下设六大指导原则：

1. 气候变化最小化，减少包装对气候的影响至关重要；

2. 性能最强化意味着同时考虑循环性、可回收性及对产品保护（即避免产品损坏、丢失和浪费）；

3. 循环最大化强调提高使用回收材料和可再生材料的比例；

4. 生命末端最优化，在设计包装可回收性时考虑产品生命末端管理是否高效；

5. 物质无害化，这一原则有利于限制有害物质的泄漏、摄入和生物累积对当前和未来人类健康的影响；

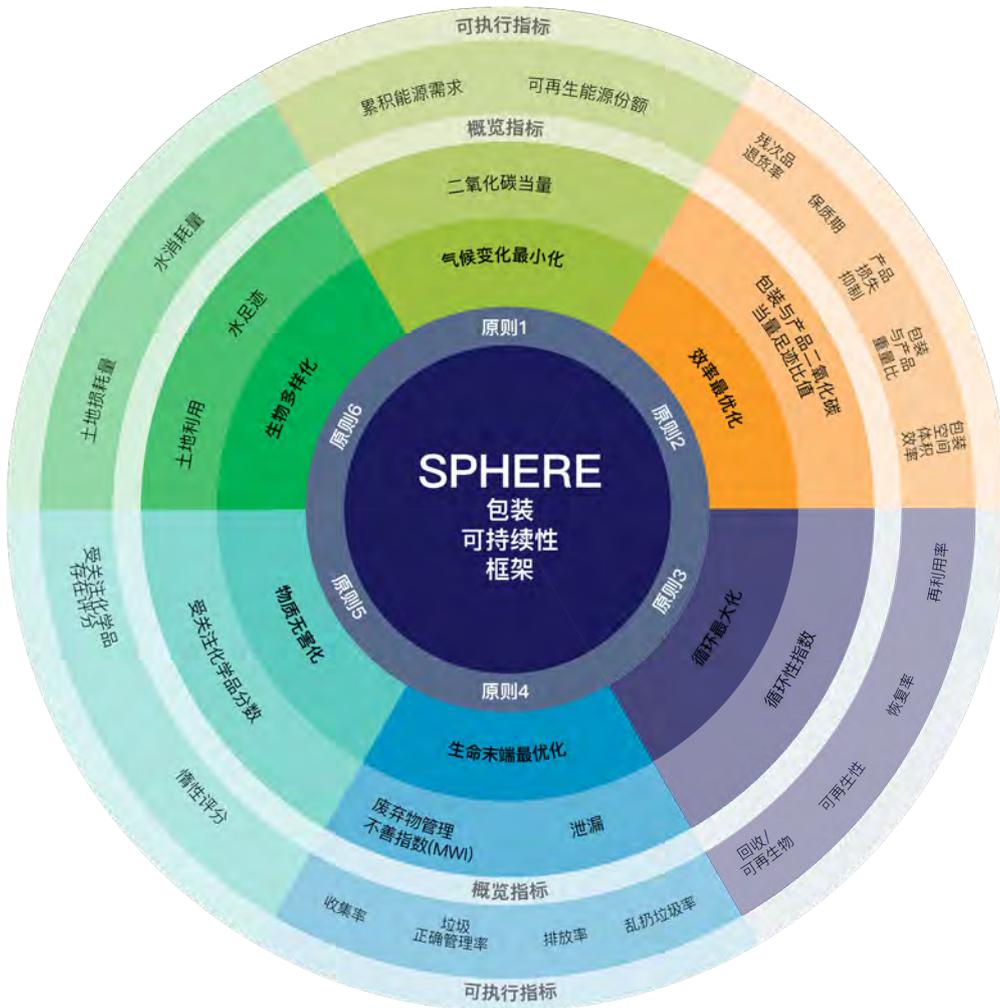
6. 生物多样化，最大限度减少导致生物多样性丧失的因素，目前包括水资源和土地资源的利用，未来，本框架可以处理受泄漏影响的生物多样性问题。

该框架以适用于每项指导原则的现有评估指标和评估方法为基础（见图2）。尽管大部分原则都有评估指标和评估方法，但有些原则仍缺少评估方法。该框架组织结构灵活、可动态发展、可按需吸纳新型评估方法、可演化更新。

该框架的长期愿景是帮助公司各部门的包装决策人员了解他们打算投放的包装的整体环境影响，并帮助他们设计长期战略，减轻选定包装对环境的负面影响。该框架通过将关键指标有机结合为现有工具和评估方法的赋能增值。阈值的引入，使每个指标可以根据边界条件对评估行为进行基准测试从而设定和更新包装可持续性目标。



图2: SPHERE框架



该框架的创建有助于决策制定，不同团队可以应用该框架优化选择、设计特定的产品包装，并在产品组合层面改进包装决策。例如，包装设计团队可从产品层面评估包装，使设计更环保，而战略团队则可以从组合的层面评估。在组合层面使用该框架可以使企业对本地关键战略进行评估和指导。该框架提供了各种阈值级别，用户可以查看纯数字信息并开展对比和基准测试。SPHERE框架供公司内部使用，为内部决策提供信息。

在本报告的第一部分中，我们将详细阐述该框架的背景和目标用途。该框架的应用包括四个步骤：

- 1) 了解框架的使用方法；
- 2) 使用包装分类法确定评估范围；
- 3) 选择方法；
- 4) 设置阈值。

第二部分会详细解释每个步骤。

第三部分将列举一些试点研究。为使框架落地，我们组织了四个试点开展测试，并重点介绍了如何在各种实操中使用SPHERE框架对包装方案进行评估。

第四部分将就这些原则的应用提供进一步指导。该框架概述了利用现有指标评估每项原则的方法建议和正确做法。

最后，第五部分将呼吁企业采取行动，努力改善包装的环境影响舆论。

第一部分 SPHERE: 包装可持续性元框架



① 背景

包装如戏，可以谱写故事。

— 史蒂夫·乔布斯

海面漂满塑料垃圾已然成为全世界消费者对一次性塑料包装的刻板印象。然而，包装的故事也可以从帮助实现可持续发展目标的角度切入。包装在完成其协助产品运输的使命之余，还可以回应消费者的关切，帮助制定强有力的政策。想扭转包装的舆论形象和环境影响，包装行业在发展过程中必须更加仔细地评估其包装选择。

虽然公司包装选择的指导工具、指标和方法已经存在，但是它们往往无法全面考虑到包装对环境的影响。包装涉及到的系统繁多，决策者需要充分权衡原材料的环境影响、生产排放、减少粮食浪费、生命末端管理和材料毒性等因素。因此，想要选择适当的包装，决策者需要一全面考虑、区分优先。

如果决策者在选择包装和运输方式时只考虑包装的某一个单独特性，那么将不可避免地顾此失彼。例如，如果选择具有高可回收性的材料（如以玻代塑），那么可能会导致包装整个生命周期内的碳足迹增加，或增加产品损失和浪费（如不包装易腐食品）。所以如果现有的指标和方法被独立使用，那么只

能解决部分与包装选择相关的可持续性问题。

为帮助包装行业循环转型，WBCSD可持续塑料和包装价值链项目决心在2050年前使所有包装实现可循环、可持续。为此，包装行业需要一个框架来指导运输系统、包装设计、材料采购和减废等方面的决策。

SPHERE框架是一个评估包装和运输系统的全球通用框架。该框架不仅致力于提高循环性，而且旨在从整体上解决包装的可持续性问题，可作为公司内部决策指南。

该框架结合现有指标和方法，形成了一个元框架。现存的各种评估方法之间互相独立，可能导致冲突，给包装开发人员带来挑战。

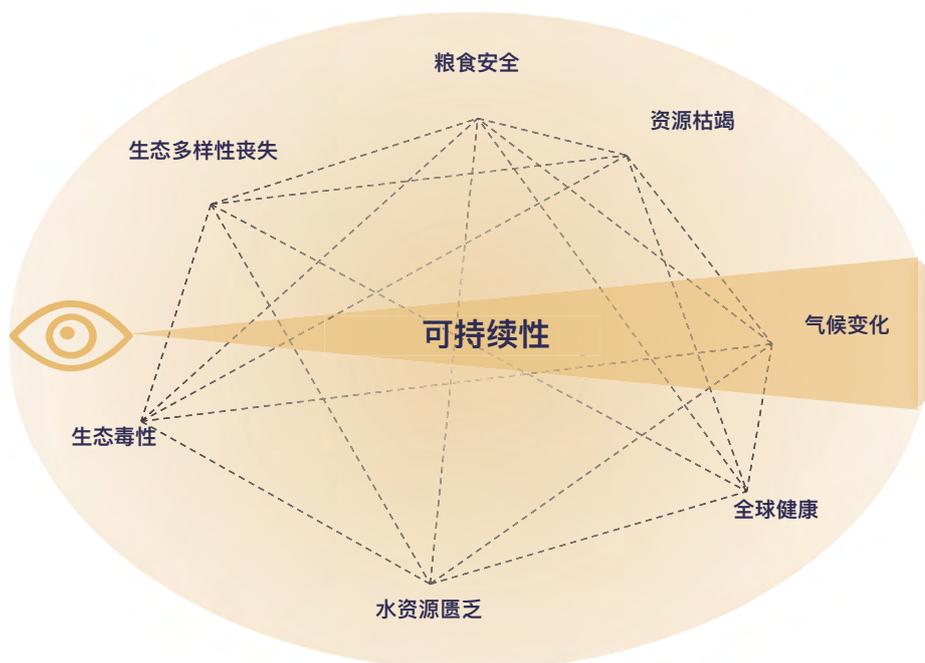
该框架将所有现行评估方法和未来可能出现的新方法整合统一，开发人员和战略制定人员可以使用该框架的指导性原则来辅助包装可持续性决策。

如图3所示，可持续性是多层面的，需要以全面的眼光审视其复杂性。公司若想履行其在可持续性上做出的承诺，那在选择包装时必须全面看待可持续

性。SPHERE框架旨在帮助决策者拓宽视野，从整体的角度来看待包装及运输方式对环境的影响。

SPHERE框架综合考虑可持续性的各个方面，有助于包装可持续性目标的设定及更新。使用该框架将有助于减少环境污染，降低温室气体排放，减少与包装生产和使用有关的生态破坏。该框架可以指出产品或组合层面上的进步空间，通过改进设计来解决问题。

图3: 可持续性的“隧道视野效应”



来源: 改编自Jan Konietzko的“碳隧道视野效应”

② 定义包装可持续性

可持续性的主要原则是在不牺牲后代人资源的前提下满足当代人的发展需要。在包装这一领域，可持续性可以有无数的含义，从低碳足迹到易回收，再到性能。包装的可持续性并没有一个统一的定义。

包装可持续性的定义若仅偏向于可持续性的一个方面，可能会对其他方面产生极大的不利影响。例如，如仅从生命周期评价（LCA）角度而选择碳足迹最小的包装，如以塑代玻，但对缺乏废弃物处理设施的国家来说，他们无力妥善处置废弃塑料瓶。可持续性的定义只包含包装对碳排放的影响稍显片面，以其忽略了塑料垃圾本身对环境的影响，如塑料的环境泄漏，同时也忽略了不同地区的废弃物处理能力。

定义包装的可持续性可谓一项壮举。与所有人类活动一样，包装的环境影响不可避免。虽然我们还未找到包装可持续性的最终定义，但是我们找到了一个既涵盖了框架指导原则又承载了包装可持续性意义的定义。

为了提高包装可持续性，我们必须考虑包装在所有阶段—生产、使用、生命末端—对环境产生的影响。为此，我们根据包装可持续性的整体定义制定了SPHERE框架：

循环最大化、影响最小化、物质无害化。

这一定义下有六项指导性原则：

1. 气候变化最小化，减少包装对气候的影响至关重要；

2. 效率最高化意味着同时考虑循环性、可回收性及对产品保护（即避免产品损坏、丢失和浪费）；

3. 循环最大化强调提高使用回收材料和可再生材料的比例；

4. 生命末端最优化，在设计包装可回收性时考虑产品生命末端管理是否高效；

5. 物质无害化，这一原则有利于限制有害物质的泄漏、摄入和生物累积对当前和未来人类健康的影响；

6. 生物多样性，最大限度减少导致生物多样性丧失的因素，目前包括水资源和土地资源的利用，未来，本框架可以处理受泄漏影响的生物多样性问题。

SPHERE框架的核心是六大指导性原则。为了起草指导性原则，我们制定了一份包装可持续性属性长清单。我们对现有的指标和方法进行回顾，以确定它们在每一项指导性原则中如何适用。指导性原则的界定程序见附件2。

虽然我们根据现有的指标和方法制定了大部分指导性原则，但有些原则缺少适当的评估方法。例如，目前没有评估大分子塑料和微塑料废弃物对生物多样性影响的方法。

该框架的组织结构灵活，具有动态性，可以按需吸纳未来出现的新型评估方法，并能够随着时间的推移而不断发展。

表1: 原则

原则一	气候变化最小化	在生命周期内最大限度减少包装对气候变化的影响
原则二	效率最高化	在充分保护产品的基础上优化包装效率
原则三	循环最大化	最大限度实现循环，（包括回收、再生、再利用、维修、回收率等）
原则四	生命末端最优化	保证生命末端碳足迹最优化（包括各大市场中现有的且广泛使用的适当的废弃物处理方案，塑料泄漏，乱扔垃圾率等）
原则五	物质无害化	避免使用有害物质
原则六	生物多样性	最大限度减少其他导致生物多样性减少的因素（土地利用、水足迹等）

③ 目标

该决策指导框架的长期愿景是帮助你了解计划投放的包装的整体环境影响，并帮助你们设计长期战略，减轻选定包装对环境的负面影响。该框架通过将关键指标有机结合为现有工具和评估方法的赋能增值。阈值的引入，使每个指标可以根据边界条件对评估行为进行基准测试从而设定和更新包装可持续性目标。

公众开始日益关注包装的可持续性，因此用于计算环境影响的指标、数据源、指南和框架也随之激增（见附件3）。如附件2所示，现有指标间存在诸多差距。

生产指标很少结合环境和回收指标，而使用指标无法提供可行的改正措施。生命末端指标可依赖的数据源十分有限。

该框架聚焦现有研究间差距，并有机结合多个维度，如生命周期评价、循环指标、食品接触、产品保护、废弃物末端管理和生态系统影响。

此外，该框架下能够创建用于比较的阈值。这一点至关重要，因为决策者需要进行一系列比较来确定其包装设计的可持续性。第二部分第四节将介绍如何在每个市场中按产品的类别设置阈值。

设定阈值后，您可以设置比较各包装选项时的基准线。建立阈值可以使行业利益相关方明确可行的做法，帮助他们设定目标、监测通过新设计取得的进展。

可持续发展领域的研究还在不断发展。各组织还在定期更新并公布新的方法和工具。该框架经得起时间考验，且能高度兼容新的评估方法。



④ 目标用途及影响

该框架打破现有工具和方法的桎梏，为公司提供全面的数据，助力实现可持续发展目标，减少包装对环境的影响。该框架的目标是在迭代使用中设定和更新包装可持续性目标。我们开发该框架以辅助产品包装的选择和设计，帮助公司在组合层面改进包装决策。

该框架的分析范围默认为从摇篮到坟墓，包括包装生产、使用和生命末端。如将包装回收再利用考虑在内，该范围则是从摇篮到摇篮。该框架实用且灵活，提供了清晰的应用示例。虽然该框架主要关注包装决策，但也可以为价值链之外的其他行动提供信息，例如，推动生产者责任延伸制协会的发展以加强对废旧物资的科学管理。

我们鼓励全面看待包装对环境的影响，包括废弃物影响和温室气体排放。我们的目标是在组织内的个团队中推广该框架，从包装采购的工业设计和采购团队，到设计长期可持续发展目标和战略的战略设计团队。最终，它应该成为一种通用的指南和语言范本，供组织内部与价值链上的利益相关方（例如供应商）共同使用。

本框架的应用方法因使用团队而异。包装设计团队可能要在产品层面评估包装，使其更加环保，而战略团队可以采取组合层面的方法。运用组合层面的方法可以使企业对包装的评估在当地范围内指导关键战略决策。

例如，它可以让利益相关方意识到，如果有一种产品，其包装相对环保，其销量占全国销量的50%，同时有另外一种产品，其包装相对不环保，且其销量只占全国销量的1%，改变第一种产品的包装带来的影响大于第二种。因此，组合方法可以确保一个公司的包装战略与其可持续发展战略目标和承诺保持一致。由于本框架的范围具有整体性，它可以支持不同公司环境战略的整合。

尽管该框架提供了各种阈值级别，使您能够查看纯数据并进行比较和基准设定，主要目的是辅助公司内部决策并为公司的包装可持续性战略提供指导。



⑤ 关键概念定义

表2: 本框架中使用的关键概念的定义

关键概念	定义	举例
原则	“包装可持续性概念”的子概念，您可以使用一种或多种指标对其进行量化	包装如何包含回收成分？包装废弃后如何包含回收？
指标	一种量化评估的衡量标准，通常用于评估、比较和追踪一个或多个产品的性能	回收成分占比
方法	衡量标准的设计和评估的结构化指南	WBCSD提出的CTI、衡量循环性的方法：EMF
指示值	使用特定方法对指标进行评估所产生的特定结果	WBCSD提出的CTI、循环占比
工具	可以让您使用一种特定方法计算一个或多个指标，从而产生一个或多个指示值	CTI工具
数据集	相关数据的集合	欧盟委员会联合研究中心（JRC）附录C、CFF参数的产品环境足迹（PEF）默认值
框架	为在整个生命周期内评估某一产品的设计而设定的程序和目标，以辅助指标、方法和数据集的选择	WBCSD提出的CTI 2.0、循环指标项目、EMF
标准	评估文献中发现的某些指标（及这些指标的相guan方法）与框架的相关性的规则与原则	包括包装和产品吗？是否可以为此衡量标准设定持续性表现阈值？
组合情境	公司层面的对包装组合中热点的识别和筛选（例如塑料包装，涵盖所有功能、所有地理位置）	案例分析2: 比较不同市场中饮料的不同包装形式
生态设计情境	对具有相同功能的单一产品类别进行基准测试	案例分析1: 比较电子产品的三种包装方式

⑥ 应用范围

SPHERE框架将包装的可持续性定义为：循环最大化、影响最小化、物质无害化。框架的六项指导原则规定了框架的范围。在分析产品包装或包装组合时，该框架适用于初级、次级和三级包装以及相关的运输系统。采纳此定义后，整个包装价值链上的各个环节都可以认识到需要协调和评估的一系列环境因素，以设计更可持续的包装。

使用框架的第一步是采用本框架中的定义和方法。

同样，定义和指导性原则也是框架设计的组成部分。请注意，尽管该框架集成了多种现有方法，但它并没有对其进行详尽分析。该框架选定的指标和方法并未将框架的适用范围限制为单一材料类型（例如塑料），该框架高度灵活，可用于多种材料类型（例如塑料、玻璃、金属等），为用户增加了可用于比较的包装选项。该框架还可分析食品和非食品的包装。

该框架涵盖环境可持续性的所有方面，这是可持续发展的三大支柱之一。该框架的设计具有动态性，随着未来科学的发展，可以反复整合社会和经济方面的可持续性指标。



第二部分 SPHERE框架的使用方法

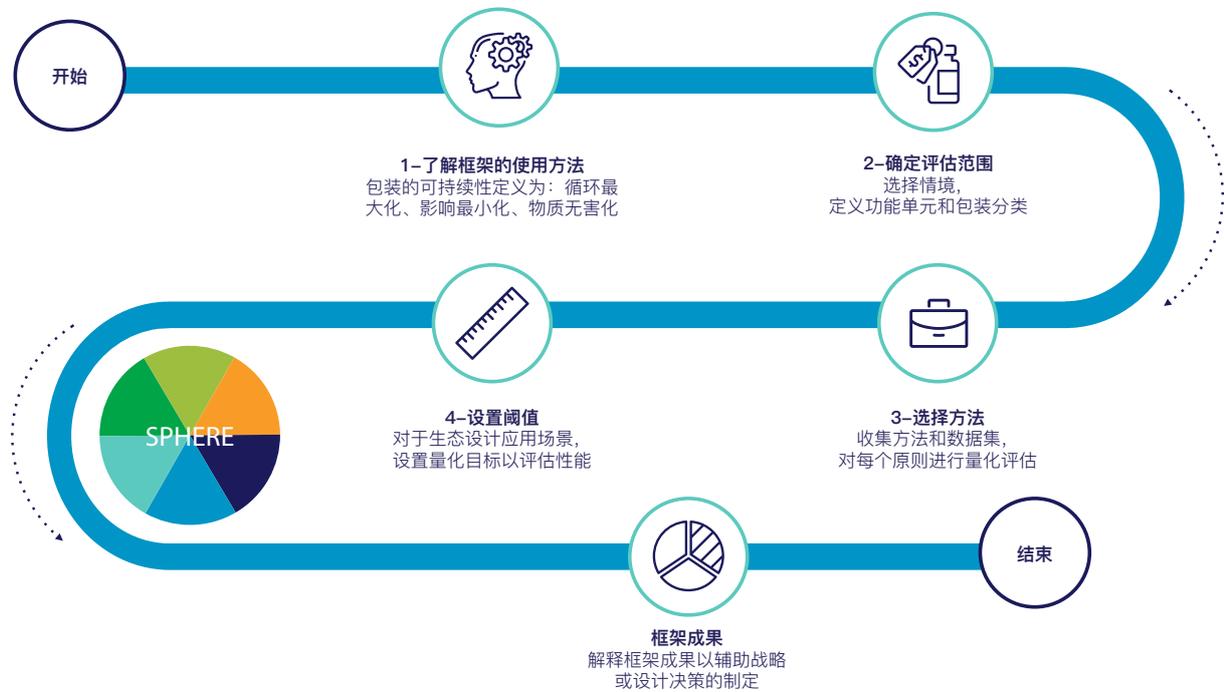


该框架包含四个使用步骤：

- 1) 了解框架的使用方法；
- 2) 使用包装分类法确定评估范围；
- 3) 选择方法；和
- 4) 设置阈值（生态设计应用场景）

以下部分将对每一步骤所涉及到的方法进行总结。

图4: SPHERE框架: 四步走



⑦ 了解框架的使用方法

现有的评估包装对环境的影响的方法、指南和数据库纷繁众多，所以使用本框架的第一步就是采取我们对包装可持续性的定义，即循环最大化、影响最小化、物质无害化。

采用此定义后，您可以协调不同的环境考虑因素，所有本框架的使用者均处在同一起跑线。六项指导性原则可以在整个包装产品的生命周期中捕捉包装对环境的影响，对该定义有支撑作用。

使用框架的第四步是设置阈值以促进生态设计应用场景的定量评估和性能跟踪，您可以为每个原则选择一个指标。



⑧ 使用包装分类学确定评估范围

开始使用该框架时，您需要在生态设计方和组合方案中二选一。若选择生态设计方案，您可以对单个产品的包装选项进行比较。若选择组合方案，您可以从公司层面筛选包装选项。

该框架通过对功能单元（FU）和相关包装分类法（即包装分类系统）进行定义，让您可以对包装和运输系统的各选项进行比较。

为了方便您进行比较并限制评估范围，包装分类法仅以产品种类作为包装分类标准。

若要建立包装分类，您必须首先选择所包装商品名的产品类别（食品或非食品）。非详尽列表请参见图5。

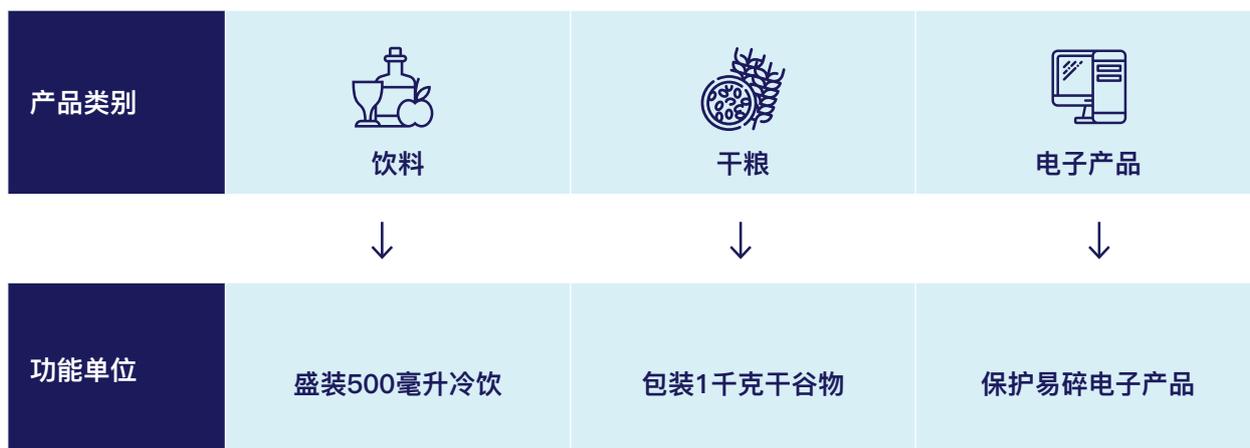
选定产品类别（如巧克力）后，您可以设定一个功能单元（例如，“装有250克巧克力棒”）。更多示例请参见图6。

功能单位可以是包装设计容纳的产品数量，也可以是非食品产品需要包装保护的原因。您应该在设定后续功能单元时与先前保持一致。

图5: 产品种类



图6: 设置功能单位



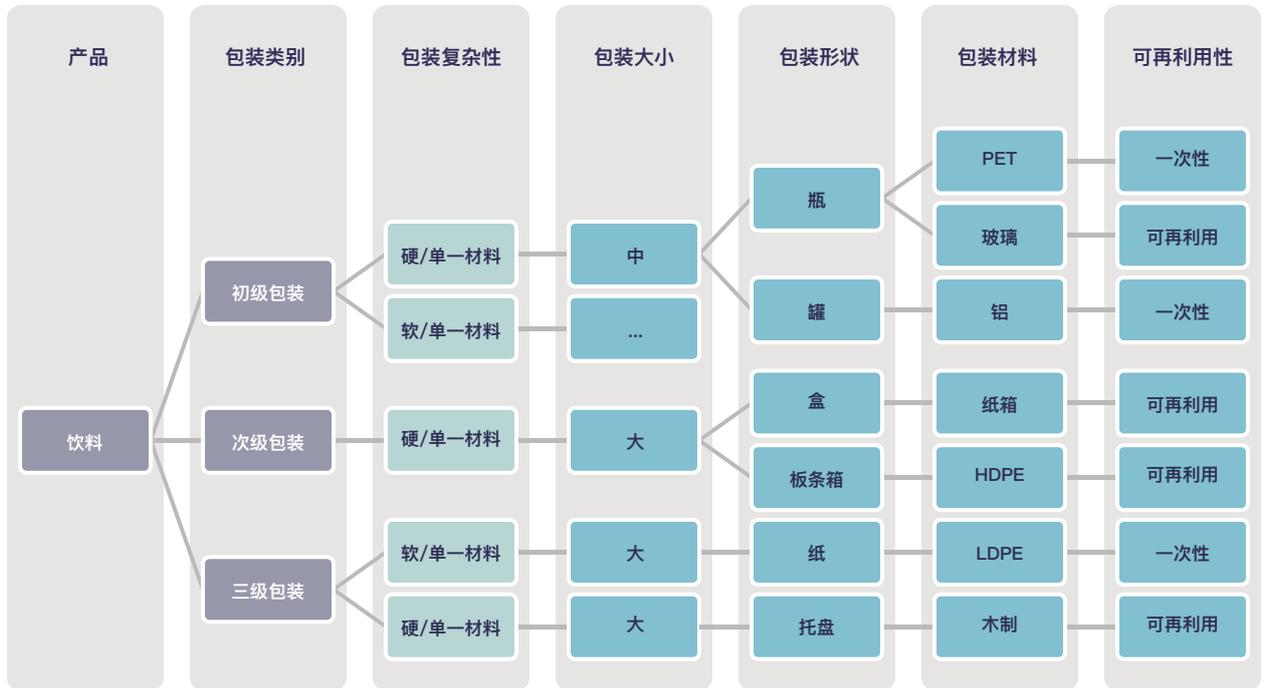
- 设置功能单元应考虑可行性
- 一种包装可能有多个功能单元，它们或互补、或相互包含（内容物、保护、运输.....）
- 反过来，一个功能单元也有多个包装种类与之适配

图7: 包装特性的非详尽列表

包装功能优先级	盛装	可制造性	保护	运输	储存	营销	
	使用	装卸	信息	可分选性	可回收性		
包装种类	初级包装	次级包装	三级包装				
包装复杂性	单一材料	多材料					
	使用添加剂	不适用添加剂					
	硬	软	硬/软				
包装大小	小	中	大				
包装形状/形式	瓶	托盘和板条箱	盒	罐	管	袋	
	膜和袋	裹包	碗	易封袋	套筒	缓冲包装	
	密封袋	散装	袋	加标	封口	托盘	
材料种类							
塑料	PET	PP	LDPE	HDPE	PVC	PS	其它
其它	纸	纸箱	防水硬纸板	钢	玻璃	铝	其它
可再利用性	可再利用	一次性					
可回收性	全部 (100%)	部分 (1-99%)	无 (0%)				

接下来，您可以列出所选包装应具有的所有功能。该列表应反映包装设计阶段要考虑的所有功能（参见图7）。然后，您可以使用所选的功能来构建包装分类。从产品类别开始，分类的每一行显示一个包装特性（参见图8）。

图8: 饮料包装分类示意图



使用包装分类法确定评估范围时，包装被视为产品的一项功能，而不是独立存在的。这种方法使您能够根据包装的特性和可持续性做出决策。

选定指标后，您需要将方法与每个指标相匹配。只要符合框架中定义的标准，方法和数据集的选择没有限制。

附件4中包含了目前与每项原则相关联的方法和数据库。您可以从下表选择一个或多个方法。

如果您希望使用下面未列出的其他方法，则该方法必须符合表3中总结的标准。

表3: 方法选择分类

透明度	选定的方法所使用的计算和数据是否公开透明？
解决方案导向	选定的方法所使用的方法是变化导向还是解决方案导向？
可扩展性	选定的方法是否可应用于多种情况？
具体或一般	选定的方法仅是为特定情况设计的还是具有普适性？
数据可用性	选定的方法所需的数据源是否可用？
使用难易程度	选定的方法是否易于使用？是否需要任何特定技能才能使用？
工具获取	是否有可用的工具来应用选定的方法？该工具能否获取？

10 设定阈值

生态设计方法的最后一步是设置阈值。组合分析可以帮助我们厘清主次，以解决包装领域的热点问题（如碳排放量高）；因此，我们不为组合分析设置阈值。然而，若想在生态设计上有效运用SPHERE框架，阈值的设置至关重要。因为本框架的目的是为了辅助制定更可持续的决策，而这需要设定明确的目标以指引我们努力的方向。阈值有助于目标设定，并帮助我们明确实现每个目标所需的行动。阈值的设定还可以让包装性能可视化，您可以通过最终结果是否落入阈值内来监测包装方案是否达到预期效果。

每个指标都有一个单独设置的阈值。设置阈值共有三种方法，优先级从高到低分别是：科学目标，同类最佳，自我声明（见图10）。

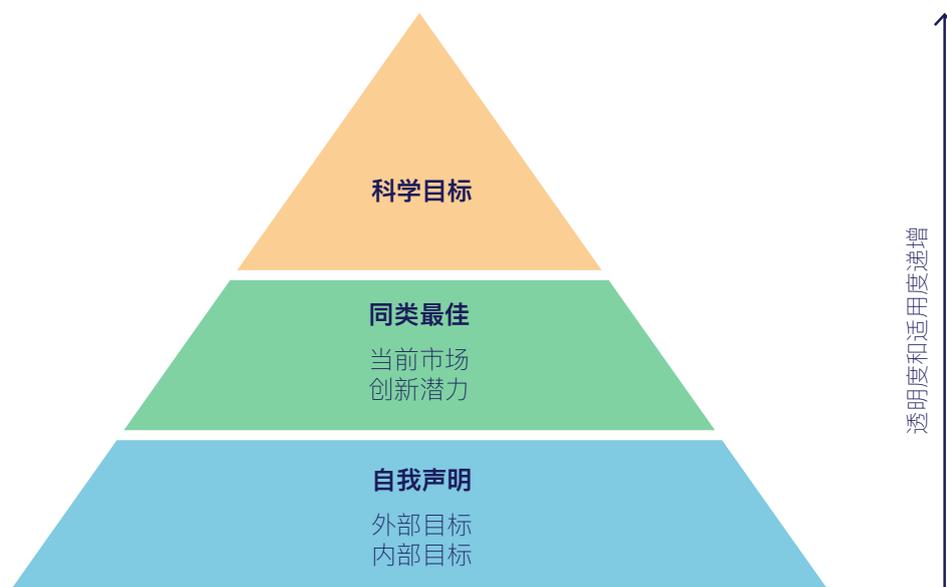
科学目标是科学界根据地球极限等因素设定的阈值。虽然科学目标并不适用于所有指标，但它们适用于碳指标和水指标。但在产品层面设定阈值一直是个挑战；因此，有必要分部门、分公司、分产品设定科学目标。尽管如此，科学目标仍然是首选，因为它们是科学的。

同类最佳阈值可能是市场上已有的针对特定产品类别而设计的极具开创性的范例，同时，它也展现出高度的创新潜力。例如，您可以查看目标市场上前10名对环境影响最大的包装和运输系统，并对这10个选项进行排序，以设定当前正在使用的包装对环境的影响的上下限值。

然后，根据当前的市场情况，将目标设置为同类最佳阈值的50%；您也可以根据创新潜力设定一个更具雄心的目标，如同类最佳阈值的90%。

自我声明阈值由内部或外部目标定义。内部目标是公司可持续发展战略反映出的或公司内部团队设定的目标。外部目标来自于利益相关方的压力，例如非政府组织或相关专家。自我声明方法并不做任何参考。虽然与其他方法相比，参考的缺乏并未影响使用者的信心，但自我声明阈值往往缺乏理论基线。自我声明目标通常为一些增减目标，如减少50%的排放量，并直接适用于产品或包装。

图10: 阈值设定优先级



阈值设定流程图（图11）可以辅助阈值设定。阈值应为每个市场的每个特定产品类别按照“每单位重量内容的包装”来设定。科学目标、同类最佳、自我声明三种选择之间并不相互排斥，可以重叠。例如，

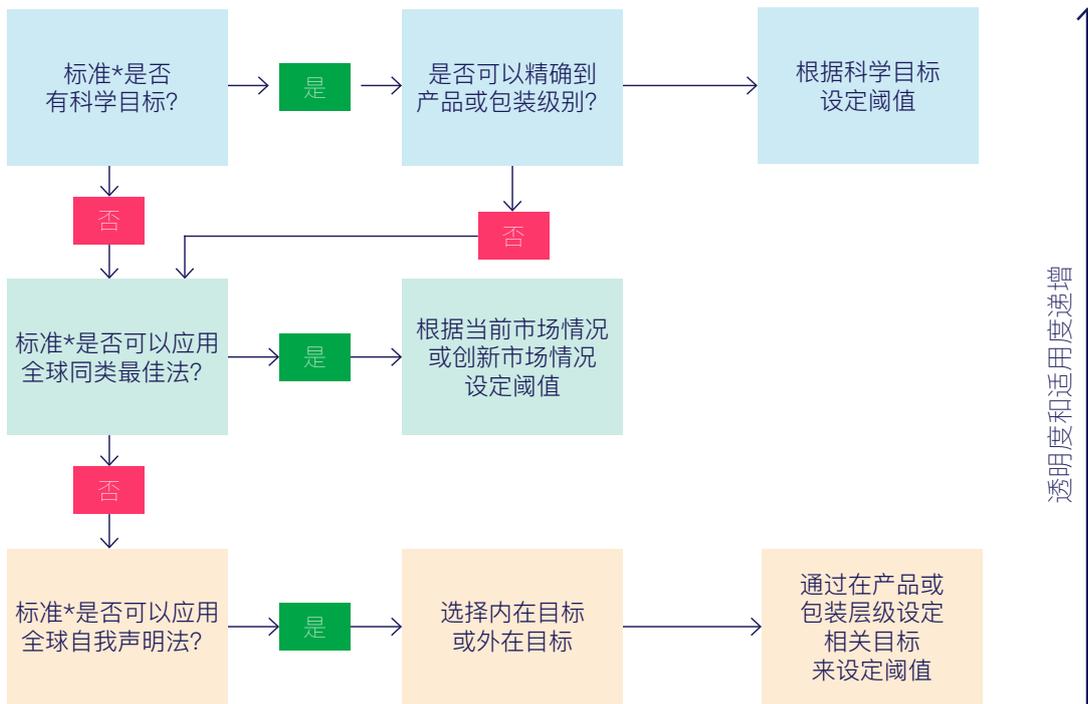
自我声明阈值可能与具有最佳创新潜力的阈值相同。同样，内部目标也可能是基于科学的目标。

阈值的设定可以使您可以根据相关的内部或外部边界条件进行基准测试，看

看您的发展方向是否正确，有无偏离。

阈值是灵活且动态的，您可以不断对它们进行更新。

图11: 阈值设定流程图



*区域或地理背景

11 成果

该框架旨在分析产品层面或组合层面的包装生态设计。当在产品层面使用该框架时，它提供的信息有助决策，且与产品生态设计可持续性息息相关，例如一种产品的包装如何能与环境和资源相适应，不把地球推向极限。

使用组合层面的分析有助于对特定产品以外的其他包装进行战略决策。组合层面涵盖了销售量等因素。因此，它有助于为可持续发展凝集更多力量，并将投资导向具有更大影响潜力的领域。这两种方法相互联系相互补充，例如，组合分析可帮助监测热点问题。

打造生态设计应用场景可以定位产品包装的不足，减少对环境的影响。您可以在组合框架下分析新设计的包装，考察热点问题的解决情况。通过这个迭代过程，您最终可以解决所有热点问题。



第三部分 案例分析



为了测试该框架，并重点介绍如何使用该框架对多种不同包装方案进行评估，我们进行了四个案例分析。我们在多种行业、运输系统和数据源中寻找实验对象，在实操中展示该框架在多种情境下辅助决策的非凡能力。

如果您想了解哪种包装方案市场表现最好，如可持续性最好的包装方案，那么您应该选择执行生态设计方案。如果你想通过了解在某几个市场上哪种包装的可持续性最差来指导下一步行动，那么您应该选择组合方法。在组合方案框架下，没有必要对相同的功能单元进行比较。

经过案例分析，我们有以下几大收获：

- **数据收集**：当公司尚未对生命周期评价和其他影响因素进行分析时，数据收集可能需要较长时间。您可直接让产品设计团队或包装组合团队使用该框架来节省时间，无需假借其他部门或外部顾问之力。
- **不同范围或假设**：每个原则可用的方法和数据集不同，因此其适用范围或假设也各异。我们建议，使用框架时，应列出所有假设并对其一致性展开追踪。追踪假设是数据处理透明度的关键。
- **默认解释可持续发展评级**：我们很有可能在可持续性评级中用到该框架的产出，特别是与阈值有关的结果。我们需要谨记，该框架是一个辅助和指导决策的框架，不可以用于可持续性绩效报告。

- **水**：未免与原则6混淆我们删除了水足迹标准。土地利用仍是评估生物多样性丧失的主要指标。更多详细信息，请参阅[第45页](#)“原则6中决策的潜在限制是什么？”一节。
- **生命周期评价的局限性**：生命周期评价通常可以覆盖产品的整个生命周期。在考虑原则1（即气候变化影响）的同时，欢迎提供更多与生命末端管理有关的排放数据。
- **难以控制数据质量**：数据质量的高低取决于您和您对可用数据的处理是否规范负责。为使数据有可比性，它们的质量必须满足一定条件。为了公平处理数据，强烈建议您遵循所选方法的各项要求。框架下所有方法都符合基础国际标准化组织（ISO）规范。

案例一：电子产品包装

所用案例

评估实体店购买和网购Microsoft Xbox游戏机手柄的三种包装方案：

1. 当前包装：零售纸箱包装结构
2. 使用较高比例回收成分的零售纸箱包装结构
3. 电商单独包装（非托盘化）

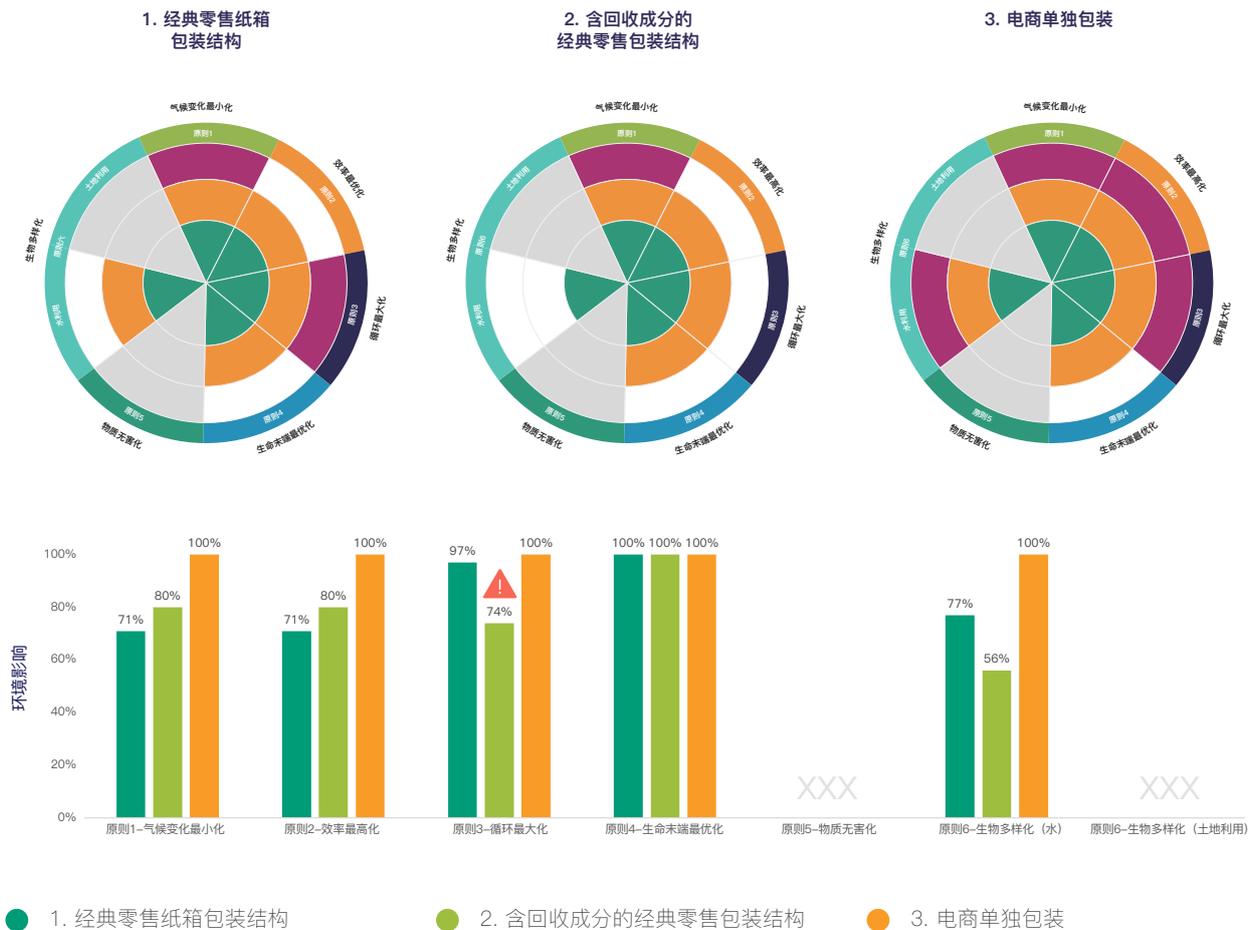
请注意，这三个包装方案功能不同（零售与电商），我们以此为试点，验证框架中的方法论。

分析类型

生态设计：微软公司希望了解哪种包装方案既可完成全球运输使命，又可实现最强的可持续性。

方法

- 分析结果显示，最高回收成分含量的包装更好地满足了所有指标的阈值目标，尽管它比当前的包装方案对气候的影响更大，包装效率也更低。
- 现有评估显示，商业模式和绩效高度相关；一次性（非托盘化）包装方案可持续性表现最差。
- 总体而言，分析表明，最可持续的包装方案是：在确保当前循环性、生命末端处理及用水量不变的前提下，兼顾优化气候影响，并选择具有最高再生成分含量的包装。优化包装对气候变化影响将同时提高包装效率，因为包装效率是产品碳足迹与包装碳足迹比率。



尽管单位不同，但为了实现可比性，可以将最差结果与100%进行匹配，在每个原则内对不同包装方案的结果进行了标准化（对于原则1，具有最高CO₂-EQ值的备选方案将被设置为100%）。因此结果是无量纲的。

由于同质性的原因，我们颠倒了循环性的解读方式（通常越高越好），以匹配其他原则的解读方式（越高越差）。

案例2: 饮料纸盒包装组合

所用案例

三个欧洲国家（德国、法国、意大利）三种饮料纸盒包装方案使用市场行业总量进行组合分析的比较：

1. 具有穿孔开口的饮料纸盒
2. 带吸管孔和胶粘吸管的饮料纸盒
3. 带盖开口的饮料纸盒

分析类型

组合分析（无需设定阈值）：公司希望了解整个包装体系的重点所在以确定行动的优先顺序。

由于原始数据有限，我们也使用了公共数据来完善数据集。

对公司的启发

- 由于销售量较高，包装方案一在所有指标中表现最差。方案一的生态设计干预措施将对解决排放这一核心问题产生最大的影响。
- 其中一个市场（在此案例中为意大利）在废弃物管理不当指数（MWI）上得分相对较高，因此在该市场中使用的包装更容易泄漏到环境中。我们应该在这一市场中着重解决泄漏问题。
- 有关包材成分和添加剂的高质量数据的收集并不容易，原则5的分析值因此降低。这表明供应链中各公司提高数据透明度的重要性，在此案例中的体现是有关包材化学成分的数据。

原则1 – 气候变化最小化

气候变化千克二氧化碳/年

	法国	德国	意大利
方案一	15842	14258	9505
方案二		3434	1145
方案三	10870		1631

原则2 – 效率最高化

包装与产品的碳足迹比率

	法国	德国	意大利
方案一	0.3	0.3	0.3
方案二		0.4	0.4
方案三	0.04		0.04

原则3 – 循环最大化

循环百分比

	法国	德国	意大利
方案一	62%	62%	62%
方案二		57%	57%
方案三	56%		56%

原则4 – 生命末端最优化

MWI或泄漏百分比

	法国	德国	意大利
方案一	2%	5%	23%
方案二		5%	23%
方案三	2%		23%

原则5 – 物质无害化

有害化学品种类

	法国	德国	意大利
方案一			
方案二			
方案三			

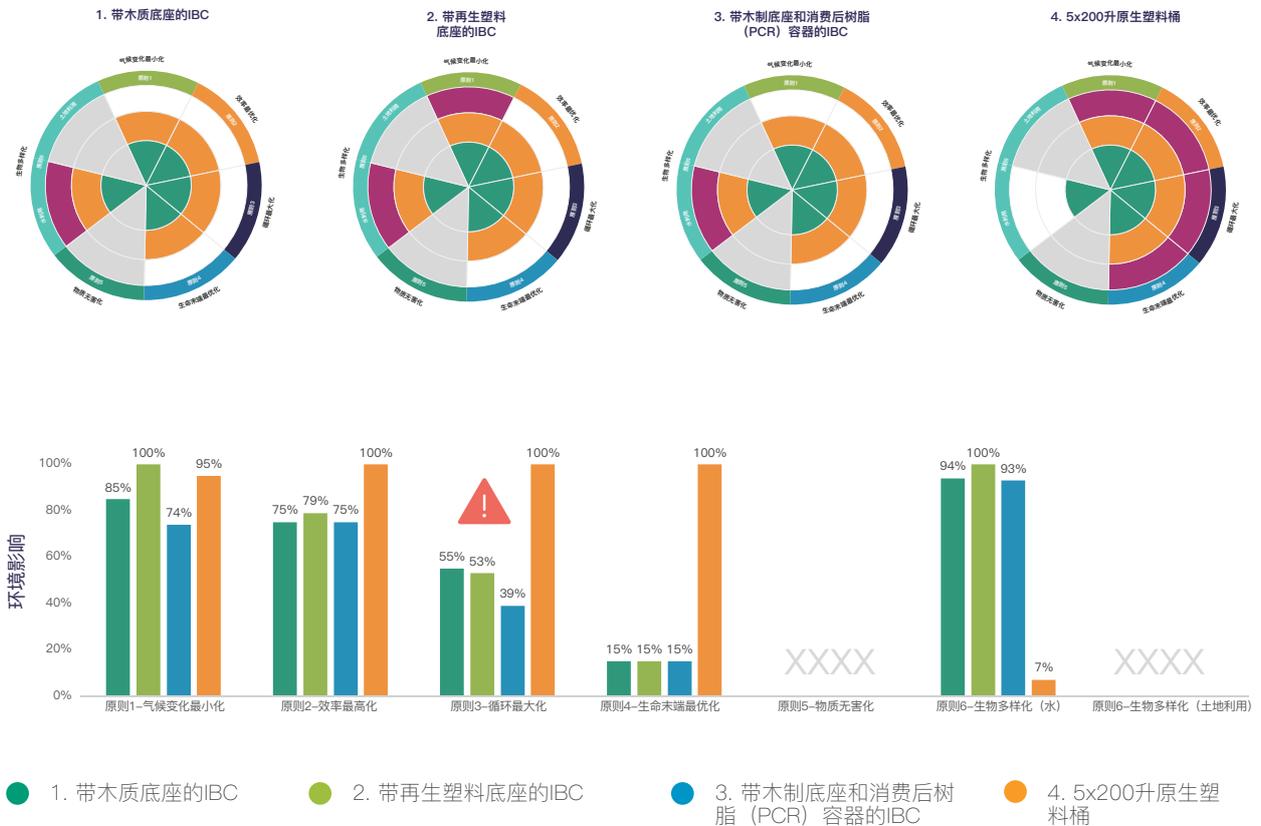
原则6 – 生物多样性

水足迹或土地利用变化

	法国	德国	意大利
方案一	1082	974	649
方案二		253	84
方案三	876		131

案例3: 化学品大宗运输

<p>使用案例</p>	<p>评估1000升化学品大宗运输的四种包装方案：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 带木质底座的IBC 2. 带再生塑料底座的IBC 3. 带木制底座和消费后树脂（PCR）容器的IBC 4. 5x200升原生塑料桶 <p>我们在来自B2B包装行业的可持续塑料和包装价值链项目成员的支持下进行了这一试点。</p>
<p>分析类型</p>	<p>生态设计：该公司希望了解哪种包装方案既可保证运输又有最高的可持续性。</p>
<p>对公司的启发</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 三种解决方案中没有一种的表现得分落入所有阈值范围内，必须有取舍。 • 总体而言，包装方案3表现最佳，对气候变化的影响最小，并且由于其容器由消费后回收的树脂制成而增加了其循环性。 • 根据目前的结果，建议公司使用包装方案3。然而，当考虑生物多样性作为战略指标时，桶将是首选的包装方案3。然而，当考虑生物多样性作为战略指标时，桶将是首选的包装方案3。 • 公司内部并不总能提供所需的全部数据，因此有必要用可公开获得的数据来补充原始数据。公司也可以进行跨部门合作来解决数据问题。 • 包装方案中的材料使用并不总是明确且清晰的。我们使用包装主要材料来分析原则3和4。对于这种类型的评估，应提供材料清单。



💡 尽管单位不同，但为了实现可比性，可以将最差结果与100%进行匹配，在每个原则内对不同包装方案的结果进行了标准化（对于原则1，具有最高CO₂-EQ值的备选方案将被设置为100%）。因此结果是无量纲的。

⚠️ 由于同质性的原因，我们颠倒了循环性得分的解读方式（通常越高越好），以匹配其他原则的解读方式（越高越差）。

案例4: 汤汁类产品包装

使用案例	使用公开数据评估汤汁类产品的三种包装方案： 1. 饮料纸盒 2. 玻璃瓶 3. 钢罐
分析类型	生态设计：该公司希望了解哪种包装材料最适合销售番茄汤。 请注意，应用该框架时应使用原始数据。我们开展这个试点是为了明确该框架是否可以使用公共数据。
对公司的启发	由于仅使用公共数据，该试点尚为得出最终结论。现有各种范围和假设使得在一次分析中很难将不同原则的数据结合起来。因此，不可依据本分析结果进行决策。这一案例表明，公司有必要使用连续一致的数据来追踪环境足迹且最好是原始数据。我们建议公司效仿生命周期评价中的措施，仔细追踪假设。



第四部分 六大原则指导



原则1：气候变化最小化

为什么要评估包装对气候变化的影响？

气候变化既会危害人类社会，也会危害维持地球生命的复杂生态系统。人类必须实现温室气体排放的指数级下降，才能限制因气温升高对地球和生物所带来的影响。

使用什么方法进行评估？

公司应至少使用筛评式生命周期评价方法来评估原则1。与ISO标准下的生命周期评价不同，筛评式生命周期评价更简化且不受ISO14040¹的约束，它可对产品（或包装）在其生命周期内对环境的影响进行公平评估，并确定主要生命周期阶段（生产、运输、使用、生命末端）的热点问题。

在什么范围内进行评估？

在开始生命周期评价之前，您需要仔细考虑一些关键方面，即功能单元和系统边界。功能单元是反映包装功能的参考性单元，它与包装内的商品密切相关。包装的功能是在确保包装可制造性的同时在特定的生命周期内承装商品、在商品销售或运输期间保护商品。

为确保所评估的不同包装方案的可比性，功能单位应规定包装货物的量——如果是固体，则按质量；如果是液体，则按体积；如果是物品，则按单位数量或质量。

当涉及到定义系统边界时，生命周期评价使用者可以根据数据可用性和自身熟练程度从几种方法中进行选择，方法如下（从最好到尚可）：

1. 从摇篮到摇篮：系统包含从材料提取到最终处置的所有阶段，以及从循环材料到在生命周期结束时能量回收等一切益处。欧盟委员会²推荐的环境足迹评估方法提供了详细的公式，使系统边界得到扩展，涵盖了材料和能量回收。这些方程被称为循环足迹公式（CFF），可在产品环境足迹方法³的附录C中找到。

2. 从摇篮到坟墓：该系统考虑了从材料提取到产品最终处置的所有阶段，包括能量回收可能带来的好处。

3. 从摇篮到大门：该系统只考虑从材料提取到市场交付的各个阶段，这些阶段通常由公司直接控制。

此外，您应该通过分配规则将主要初级、次级和三级均视为整个包装系统的一部分。该规则可以利用初级包装中可装入次级包装的元件数量（次级包装与初级包装元件数量的比率）和初级包装中可装入三级包装的元件数量（三级包装与初级包装元件数量的比率）将部分次级包装和三级包装的重量分摊到整个包装系统中。

例如，考虑一个重量为200克的初级包装元件，其中有五个单元可装入一个重量为25克的次级包装单元中（次级包装与初级包装的比率为1/5，25克的1/5是5克，所以5克重量可以分摊给次级包装），其中有25个单元可装入一个重500克的三级包装（三级包装与初级包装的比率为1/25，500克的1/25是20克，所以20克重量可以分摊给三级包装），则总包装重量等于225克。

在使用框架时，您最好选择最全面的范围，并根据所选范围调整所有生命周期评价背景数据和计算，这样有利于结果的准确性和决策的科学性。

需要评估哪个指标？

使用全球变暖潜势⁴（100年）指标法来评估包装在其生命周期内对气候变化的影响。单位为kgCO₂-eq/FU。

如何确保案例分析中的可比性和一致性？

若条件允许，您应该列出筛评式生命周期评价的主要假设和推测，以确定影响评估结果的参数。您需要确保在应用此框架⁵时生命周期评价可以得到有意义的结果。

原则2：效率最大化

为什么要评估包装的效率？

包装的功能十分重要。例如，包装可以延长产品的保质期，可以降低产品，尤其是食品的损失率。尽管消费者认为废弃包装问题比粮食浪费问题更加严重，但产品包装过程本身对环境的影响平均仅占包装食品对气候影响⁶的3.0–3.5%。无论如何，对于实现预期功能的材料的类型或数量而言，使这些环境保护因素与效率二者之间保持平衡至关重要。

使用什么方法进行评估？

本框架中指标列表（附件4）中提出的包装与产品的碳足迹比率可以辅助您做出决策，即您是应该优先减少包装内容物损失（当比率较低时）还是优先通过生态设计方法减少包装的碳足迹（当比率较高时）。

在什么范围内进行评估？

与包装碳足迹的评估范围一样（见原则1），您应该设定适当的系统边界和功能单元，以评估产品的碳足迹（包括包装及其内容物）。

需要评估哪个指标？

我们建议使用包装与产品的碳足迹比率，从0到1不等，如下所示：

比率=包装碳足迹(kgCO₂-eq)/[包装碳足迹 (kgCO₂-eq) +包装内容物碳足迹 (kgCO₂-eq)]

比率高意味着重点应放在减少包装的碳足迹上，而低分意味着重点应放在最大限度地减少产品或内容物损失上。

保勒等人提出了一个类似的比率⁷，他们坚持将包装相关的粮食浪费纳入包装生命周期评价。

如何确保案例分析中的可比性和一致性？

若条件允许，您应该列出筛评式生命周期评价的主要假设和推测，以确定影响评估结果的参数。您需要确保在应用此框架⁸时生命周期评价可以得到有意义的结果。



原则3：循环最大化

为什么要评估包装的循环性？

循环或循环经济模式是一种最大化共享、租赁、再利用、维修、翻新和回收现有材料和产品的生产和消费模式⁹。艾伦·麦克阿瑟基金会（EMF）将“循环经济”定义为一种通过设计和制定目标以获得恢复性或再生性的工业经济¹⁰。因此，最大限度地提高包装的循环性可以最大限度地提高材料和资源的使用和开发效率，同时减少废弃物产生。

使用什么方法进行评估？

1. WBCSD循环过渡指标（CTI）框架
2. EMF材料循环指标（MCI）方法

在什么范围内进行评估？

包装循环性评估应遵循与原则1类似的逻辑，考虑不同的包装层级。在评估中应考虑相关材料在所有包装级别（初级、次级和三级）中的份额，并遵循上述原则1的分配规则。

需要评估哪个指标？

我们推荐两种不同指标——您可以根据具体情况自由选择适合的指标。

例如，根据可用信息或对再利用性的重视程度，您可以仔细斟酌哪种方法最适合用于评估。

如何确保案例分析中的可比性和一致性？

通过使用推荐的两种方法中提供的特定工具，就可以确保方法论视角的可比性。在应用本框架时您有义务保证案例分析中指标使用的一致性。（例如，在生态设计情境下，为了确保可比性并在原则三下得出有意义的结论，指标的选择需要与调查中的不同选项保持一致）



原则4：生命末端最优化

为什么要评估包装的生命末端？

公司应确保对其投放到特定市场的包装可被妥善管理。这就需要用到废弃物收集系统，以免废弃物进入环境。原则4是原则3的补充，它着眼于市场如何处理未进入回收体系的包装废弃物。

使用什么方法进行评估？

1. 废弃物管理不善指数 (MWI)：这是一般方法，公司应首先评估包装选项在不同市场中的整体MWI。MWI是管理不善的废弃物与产生的废弃物总量之间的比率，其中管理不善的废弃物被定义为未被收集和处置不当的废弃物的总和。其值以百分比的形式给出。
2. 塑料向水体的泄漏：如果包装由塑料组成或含有塑料，公司可以进一步评估有多少管理不善的塑料垃圾最终会流入河流、湖泊和海洋。

通常，评估泄漏的绝对值以吨或千吨为单位，但您也可以应用以百分比表示的相对值——“泄漏率”，定义为泄漏量与产生的废弃物总量之间的比率。

在什么范围内进行评估？

要评估给定包装的MWI,我们推荐您参考代表产品终端市场的不同国家的MWI。

研究人员已经开发了几种方法来评估各国所有废弃物的MWI值，例如：

- 从陆地进入海洋的塑料废弃物¹¹
- 全球塑料废弃物产生和处置的未来情境¹²
- 塑料环境泄漏项目¹³

有关国家层面的废弃物管理和城市固体废弃物MWI的一般信息，我们推荐您使用 What a Waste 2.0版本数据集¹⁴。

PLASTEAX数据平台¹⁵仅提供了有关塑料包装的更详细的方法。

在评估塑料环境泄漏时，我们推荐您使用塑料泄漏项目¹⁶开发的方法。

需要评估哪个指标？

MWI和塑料泄漏值的评估应主要聚焦于包装。为此，有必要了解包装的市场分布情况以确保评估的准确性。塑料废弃物管理不善和出口包装废弃物泄漏的评估方法仍在制定中。

如何确保案例分析中的可比性和一致性？

您应确保对调查中的不同包装方案使用相同的方法，并在特定案例分析中声明您选择的方法。

原则5：物质无害化

为什么要评估包装中有害物质的使用？

虽然生命周期评价 (LCA) 是一个不断发展的研究领域，但摄入从包装中渗出并污染食品的化合物对人类健康的潜在危害的量化记录仍然很少。尽管这一主题涉及的内容很复杂，但我们需要开始使用一些不尽完善的指标，为食品接触材料的安全添加剂铺平道路。为此，我们将受关注化学品 (COC) 的使用和毒性纳入框架。COC 是指对人类和环境造成危害的有毒化学品，具有致癌、致突变、干扰内分泌等特性。

使用什么方法进行评估？

一次性材料减速器 Single Use Decelerator, 简称 SUM'D¹⁷, 为 Understanding Packaging (UP) 计分卡工具¹⁸开发的方法使您能够对食品器皿和食品包装中 COC 的潜在存在和迁移倾向进行评分。您还可以使用它来评估接触危险化学物质的可能性。

我们从该方法中得出了应用于该框架的 COC 评分。UP 记分卡也使用该方法。其目的是提供一种能显示对人类健康和生态系统产生不利影响的 CoC 的方法。这一指标旨在提高整个材料供应链中 COC 存在的透明度，并确保循环使用的材料更加安全。该指标的最终目标是确保接触食品的材料中不含危险化学物质。

在什么范围内进行评估？

尽管 UP 记分卡中 COC 评分的主要焦点是食品包装，但其范围也可扩展到非食品类产品。COC 评分不对次级或三级包装进行评分，但是该方法仍适用于评估次级或三级包装。

需要评估哪个指标？

您应根据以下公式评估 COC 分数，范围从 1 到 100 (分数越高越好)：

$$\text{CoC分数} = \text{CoC使用分数} \times \text{惰性分数}$$

此分数取决于：

- 1) “COC 使用分数”，该分数与使用有意添加的 COC 和所提供信息的可靠性相对应；和
- 2) “惰性分数”，它表示以食品接触材料为代表的任何现存关注化学品从产品中迁移到食品和环境中的倾向。

您在评估 COC 使用分数 (1 到 10) 时需要以下两个因素进行分析：

- 1) 受关注食品化学品 (FCOC) 包装清单的分级符合性 (见表 4)，以及
- 2) 在三个化学等级内，宣称的包装合规性的披露水平 (见表 5)。¹⁹



表4: 用于界定三个等级中每一等级的化学品的标准

等级	描述
0	不符合第1级中的关注化学品。
1	不有意添加美国环境保护基金会 (EDF) (环境保护基金, 2021) 确定的任何受关注化学品。EDF已经确定了食品包装和食品处理设备含有高关注度化学品, 这些化学品迁移到食品中会对健康产生潜在影响。若原生材料中含有这些化学品, 则可能污染回收流程并破坏材料的可回收性。
2	不故意添加第1级中规定的受关注化学品和由食品安全包装联盟 (FSAP) 品牌所有者工作组文件中规定的任何受关注化学品: 食品包装管理注意事项1.0版本 (食品安全包装联盟, 2018) 已经对比食品包装论坛 (FPF) 食品接触化学品数据库 (FCCDB) 进行筛选 (食品包装论坛, 2021)。
3	不故意含有第1级和第2级中规定的任何化学品或任何FPF (食品包装论坛, 2021) 开发的食品接触化学品数据库 (FCCDB) 中规定的重点食品接触化学品。

表5: 宣称的包装合规性的披露水平

等级	描述
0	供应商无法提供食品器皿或包装产品使用材料中受关注化学品的信息。
1	供应商单方面报告级别范围内所有受关注化学品的使用的合规性。
2	供应商在其网站上提供一份声明, 或由公司高层代表提供一份书面声明, 以证明该供应商符合级别范围内所有受关注化学品的要求。
3	供应商提供第三方CoA检测报告和/或经批准的认证计划, 用于等级范围内的所有受关注化学品。

表6: 基于设定等级及合规性披露的CoC含量评分矩阵

		披露			
		0级	1级	2级	3级
食品接触受关注化学品清单 (FCCOCL) 合规性	0级	1	1	1	1
	1级	1	2	3	4
	2级	1	3	5	7
	3级	1	4	7	10

然后，您可以根据表6中的二维矩阵确定COC含量分数。表6包含了表4和表5中规定的的合规性和披露水平。

COC评分的第二个组成部分是“惰性评分”，其范围也是从1到10。“惰性评分”评估不同食品接触材料的迁移倾向。由于现在大多数材料的惰性数据还不存在，该评分是基于SUM'D对各种常见食品接触材料的惰性进行的多专家咨询得出的。该咨询得出的结果，包括按各材料类型惰性分数，可在UP记分卡方法文件的附录中找到²⁰。

如何确保案例分析中的可比性和一致性？

对于多层、多材质的食品包装，您应该采用与食物直接接触的包装层所用材料的惰性得分。计算COC的含量得分时，您应考虑食品接触层和阻隔层（如果存在）之间所有不同材质层中有意使用的化学品的含量。

铝是阻隔层的一个例子，它常用于多层食品包装，以防止化学物质从外部包装层迁移进入食品。欧盟

正式承认其为屏障层。

如果是非食品包装，您可以使用泄漏后最有可能与包装内产品（如果该产品对化学品的吸收/转移敏感）或用户（如皮肤）和/或环境接触的包装层的惰性评分。如果某一种产品（如化肥、家用洗涤剂）污染了其外包装，您应将其视为特殊危险废弃物，并使用其他风险管理方法和法规进行处理。同样，遵循安全循环原则，公司也不应将其回收再利用到大多数产品中。但是，如果包装内容物是危险有害的，则在预期使用期间不应改变包装的COC评分。如果公司在处置前清洗包装，这将涉及到超出本框架范围的水处理问题。

如何克服原则5中的数据收集差距？

包装可能含有数千种不同的有意添加的化学品，其中很多种可能对人类健康和环境有害。对于公司来说，收集超越当前法规要求所需的数据并更好地管理其包装中存在的各种化学物质是一项具有挑战性的工作。为了向前推进，包装供应链中的参与者需

要改善彼此之间关于生产步骤中使用的化学品的沟通。

尽管利用这一框架解决受关注化学品问题至关重要，但CoC评分认为，由于需要额外的数据支撑，“物质无害化”原则5的使用和评估难度较大。当有足够数据可用时，我们诚邀您评估“物质无害化”原则，并在您的行业中起到引领作用，为您的客户提供更安全的产品。如果可用数据不足，原则上可不评估原则5。因为原则5独立于其他原则，不予评估也不会对框架结果的有效性产生影响。在这种情况下，我们鼓励您与您的上游供应商进行更多的沟通对话，一起努力弥补这一关键数据的空白。

原则6：生物多样性

为什么要评估包装对生物多样性丧失的影响？

几十年来，生物多样性一直在以前所未有的速度下降。然而，在全球化时代，生物多样性受损通常发生在远离消费者的地方。如果我们对废弃包装的管理不到位，任其在环境中降解，那么会对生物多样性造成极大影响。例如，据世界自然基金会估计，现在我们已经能在大多数物种中检测到塑料污染所带来的影响，而且塑料污染正威胁众多海洋生态系统的生产力²¹。

由于无法直接评估物种灭绝率，我们建议量化其他原则（如原则1气候变化最小化和原则5物质无害化）未涵盖的导致生物多样性丧失的主要因素。

此外，由于包装领域的大体趋势是以可再生包装替代基于化石材料生产的包装，您应该将农业生产导致的土地类型转化与水一起视为导致生物多样性丧失的主要因素。

需要评估哪个指标？

目前正在制定一项指标，它结合了不同生命周期评价影响指标以反映导致生物多样性丧失主要因素。您应该在这项指标的基础方法发布后立即应用它。同时，我们建议您评估土地使用和水使用的影响（如有），以捕捉被评估包装导致生物多样性丧失的相关因素。

原则6中决策的潜在限制是什么？

如果您要在决策时使用原则6得出的结果，请务必考虑以下限制：

请在观察包装材料生产所产生的对水资源利用的影响时考虑其独特的地理位置，因为不同地区之间差异巨大（例如缺水地区与丰水地区情况不同）。如果评估时不因地制宜（例如使用当地的数据），那么决策的制定和后续治理可能会困难重重。

与包装对用水的影响相反，包装对土地使用的影响不需根据地区进行区分，地区之间的评估结果更具可比性。

例如，改用生物基包装材料总是需要使用一定面积的土地，因此，包装对土地使用的影响在随后的决策和治理方面更具全球可比性。

因此，我们建议在缺乏区域化数据的情况下，在决策中应优先考虑包装对土地使用的影响。

使用什么方法进行评估？

土地使用

包装对土地使用的影响应反映包装活动所使用的土地面积以及公司的土地使用方法（公司为进行包装活动而利用的土地的类型）两个因素。土壤质量指数是一个基于Lanca模型的以点（pt）为单位的无量纲综合指标，它包含以上提到的两个因素²²。虽然我们推荐您使用土壤质量指数，但您也可以使用农业和城市土地占用指标，该指数表示农业或城市土地在一段时间内被占用的面积，单位为 $m^2 \times \text{年}$ ²³。

用水

某产品或系统的水足迹是以下足迹的组合²⁴：

蓝水足迹：来自淡水水源（地表水或地下水）并蒸发、进入产品或从一个水体提取并返回到另一个水体（或在不同时间返回）的水量。

绿水足迹：储存在土壤根区的降水和植物蒸发、蒸腾或吸收的水量。

图13: 用于定义三个层级中每一层中包含的化学物质的标准



灰水足迹：处理污水使其达标排放所需的淡水量。所用的水改变了排回环境中的废水温度和/或质量。

然而，评估包装对用水的影响时需要对消耗性用水（蓝水足迹和绿水足迹）和降解性用水（灰水足迹）进行区分。确实，消耗性用水可以进行定量评估，而降解性用水可以进行定性评估。但在该框架范围内，您应该对消耗性用水进行评估，并将其作为包装对用水影响的指标。

关于在生命周期评价中评估用水方法的更多细节，请参考水足迹标准ISO14046²⁵和“Ecoinvent 3：评估生命周期评价中的用水和推动水足迹记录”²⁶

此外，我们并没有解决水资源短缺问题。应用于案例分析后，我们意识到这种方法需要改进。我们将在本框架的未来迭代中对其进行更新。

在什么范围内进行评估？

就系统边界和纳入不同的包装级别而言，包装的用

水影响和用地影响的评估范围应遵循原则1相同。

根据上述原则1的分配规则，考虑所有的包装级别（初级、次级和三级）的材料份额。

如何确保案例分析中的可比性和一致性？

若条件允许，您应该列出筛评式生命周期评价的主要假设和推测，以确定影响评估结果的参数。您需要确保在应用此框架时生命周期评价可以得到有意义的结果²⁷。

第五部分 未来发展建议



SPHERE框架是一种评估包装可持续性的全新方法，它将最前沿的科学技术汇集在一个元框架，包含了所有现有的工具和方法。我们希望该框架可以形成一个现有评估的汇编，作为辅助决策者的指南，帮助他们选择对环境影响较小的运输系统。

该框架的试点应用暴露出一些评估工具背后的科学支撑仍存在差距。根本问题在于并不是所有指标都基于科学的目标。例如，至今没有被广泛接受方法可用于评估废弃物对生物多样性的影响。

一旦制定了包装对生物多样性影响的评估方法，就可以很容易将其纳入框架。此外，使用LCA增加了数据对比的难度，因为数据假设给结论留下了很大的自由解释空间。在基于科学的行业标准被广泛采用之前，各组织可以通过使用LCA的原始数据来控制假设。总之，所有方法都缺失科学的目标，某些指标缺乏方法，这意味着我们急需建立行业标准。

整个包装行业需要在以科学为基础的工业标准发展中占有一席之地。行业需要在以下两个层次参与标准制定。首先，在进行包装决策时，整个行业需要采用一流的科学可持续发展指标。

第二，包装行业需要参与制定以科学为基础的目标，以弥补现有差距。通过取长补短，包装行业有能力让包装带来积极的环境影响。

SPHERE框架可动态发展，随着科学技术的进步和经济社会的发展，我们可以对其进行定期更新，纳入新目标。我们希望本指南将帮助所有包装决策主体在环境行动方面向前迈出新的一步。



术语表

蓝水足迹：来自淡水水源（地表水或地下水）并蒸发、进入产品或从一个水体提取并返回到另一个水体（或在不同时间返回）的水量。

碳足迹：个人、公司、事件或其他所有活动排放的二氧化碳气体（和其他温室气体，以二氧化碳当量加权）总量。

指标：评估文献（及其相关方法）中发现的某些指标与框架的相关性的规则或原则。

数据集：相关数据的集合。

生态设计应用场景：具有相同功能的单个产品类别的不同选项的基准。

功能单元：产品或服务功能的量化描述，在计算和比较可持续性表现时用作参考。

框架：制定程序和目标，以选择适当的标准、方法和数据来源，从产品整个生命周期评价其设计。

绿水足迹：储存在土壤根区的降水和植物蒸发、蒸腾或吸收的水量。

灰水足迹：处理污水使其达标排放所需的淡水量。所用的水改变了排回环境中的废水温度和/或质量。

指示值：根据特定方法对指标进行评估所产生的特定输出。

方法：设计和评估指标的结构化指南。

指标：一种定量评估方法，通常用于评估、比较和追踪一个或多个产品的性能。

包装分类：包装分类（例如食品、非食品、产品类别、材料类型、功能），以为全面的可持续性评估设置一致的功能单元。

组合场景：从公司角度筛选和识别包装组合中的热点（以塑料包装为例，涵盖所有功能，所有地理位置）。

原则：“包装可持续性概念”的一个子概念，可使用一个或多个指标对其进行定量测量。

可再生成分：来自可持续发展的生物基成分，通过自然过程进行补充，以弥补消耗。

阈值：为确定性能和评估结果而定义的值。阈值可以基于科学目标、自我声明目标或市场平均表现。

工具：便于使用特定方法计算一个或多个指标，以产生一个或多个指标。

附件1：团队和融资方

位于WBCSD路径“产品和材料”下的可持续塑料和包装价值链项目有一个专项工作组，专注于包装的循环可持续性评估，来自Trivium Packaging和德勤的代表担任工作流程中公司集团的主席（表7）。工作组发现行业内缺少一个通用的包装可持续性评估框架，便委托制定了SPHERE框架。

该框架是将循环经济原则融入包装设计的关键一环。

我们邀请环境顾问和包装可持续发展专家组成联盟，与SouthPole, Environmental Action和Quantis携手将数十年的经验整合到一个紧凑的框架中。

为了更加科学严谨，我们成立了一个咨询小组来对

框架开发流程（见表8）进行技术审查。该咨询小组在保证该框架的科学性和实际适用性方面发挥了至关重要的作用。

表7: 工作流会员企业及其代表

包装循环可持续性评估工作流成员	成员所属公司	职务
Erwan Harscoet	德勤	联席主席
Jenny Wassenaar	Trivium Packaging	联席主席
Robin Jenkins	科迪华农业科技	工作组组长
Jeff Loth	微软	工作组组长
Michele Del Grosso	阿普塔集团	成员
Laurent Sebire	科迪华农业科技	成员
David Dombrowski, Zoe Newton	葛兰素史克	成员
Morishima Takashi	三菱化学控股株式会社	成员
Pascal Eveillard	圣戈班	成员
Leslie Cook	希悦尔	成员
Vijay Fernandes, Jumana Khalifeh, Tarun Mathur	科威特丹麦乳品公司	成员

表8: 咨询小组成员及所属组织

咨询小组成员	所属组织
Kerstin Dobers	弗劳恩霍夫物流研究院
Anna Schulte	弗劳恩霍夫环境、安全和能源技术研究所
Ernst Krottendorfer & Manfred Tacker	维也纳大学/Circular Analytics
Jeff Wooster	陶氏化学公司

附件2： 框架建立

我们致力于探索的整体影响，并全面考虑了科学基础与会计实践之间的平衡。这一框架的实际目的是运用多种方法来衡量包装给环境带来的多重影响。

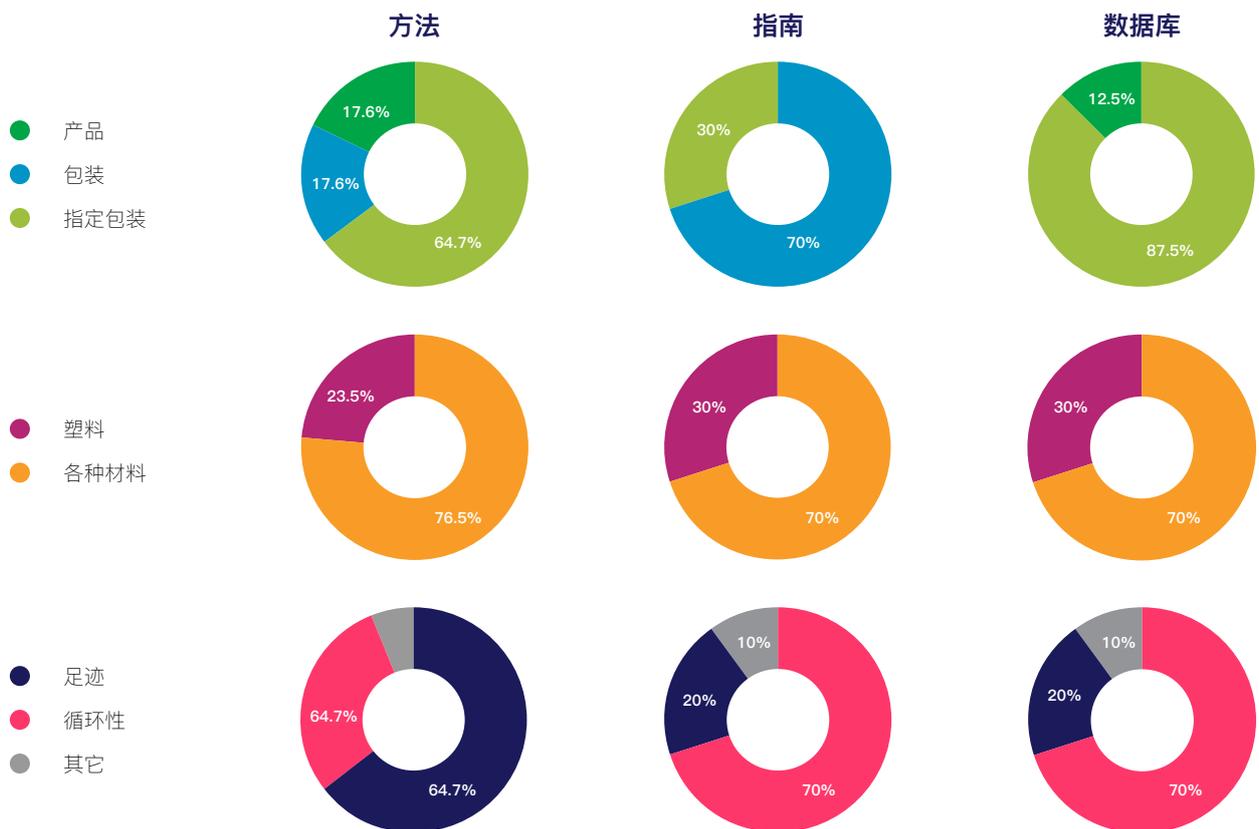
该框架用于具体案例分析时表现良好，引发了一系列关于评估结果、数据收集可视化，以及结论可用性的辩论。

该框架的创建基础是50多种现有方法、指南和数据库的系统文献综述。

系统文献综述显示，不同方法的评估范围各不相同，包括一般产品对环境的影响、包装对环境的影响或特定包装的应用。虽然大多数文献都不具体规定材料种类，但有些文献特别关注塑料。为响应该框架

的意图，对文献的研究还包括环境影响评估以及生态设计和循环评估。下图17总结了文献研究的分布范围。

图17: 文献研究的分布范围



文献研究的目的有两个：

1. 对衡量包装可持续性的现有指标进行分析；和
2. 对纳入框架的方法和数据库进行评估。

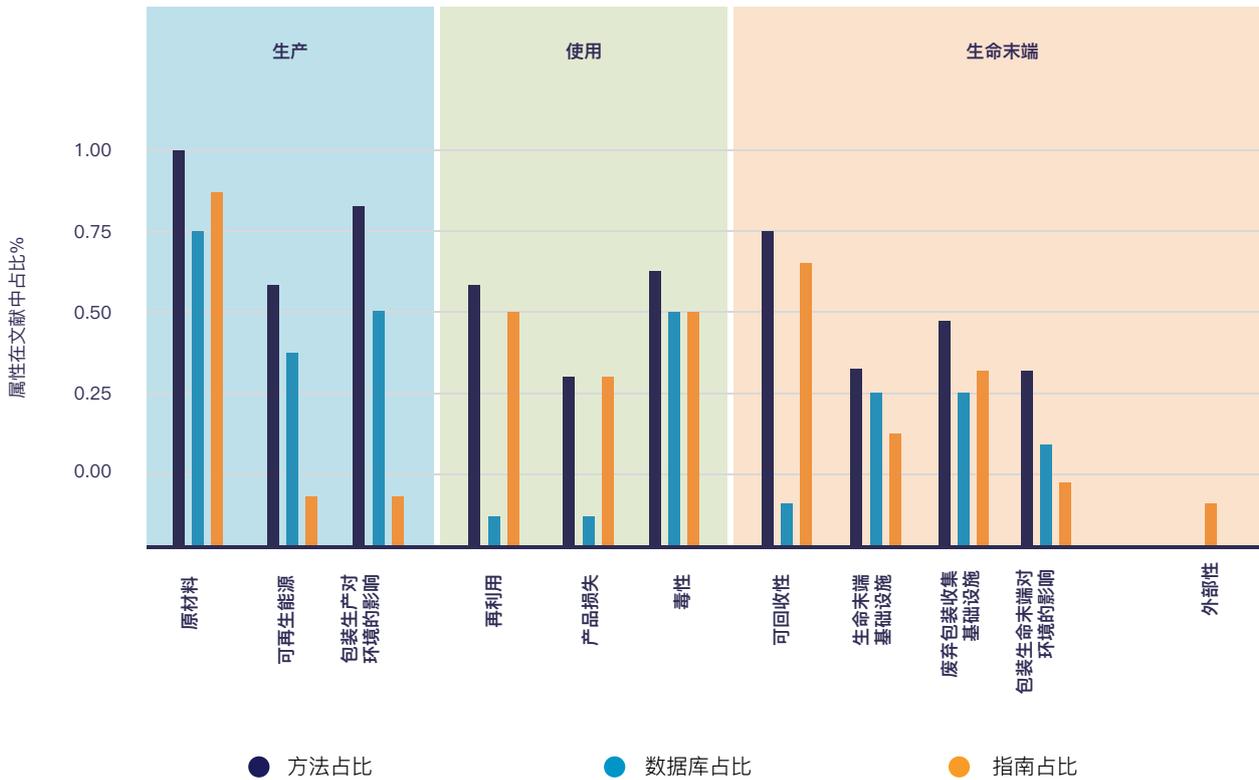
首先，我们定义了包装可持续性在三个生命周期阶段的11个属性，然后，我们分析了所有方法、指南和数据库，以确定是否有必要包含某些属性以及使用哪些指标来衡量包装性能。

表9: 包装可持续性属性及相关指标列表

生命周期阶段	包装的可持续性属性		可用指标
生产	包装是否由回收/可再生/生物基材料制成的吗?	→	回收/可再生成分, 循环性
	包装生产过程是否使用可再生能源?	→	可再生能源份额, 碳足迹
	包装的生产和运输是否会产生严重的环境影响?	→	碳/水足迹
使用	包装是否可以重新利用?	→	生态设计
	包装是否可以减少产品/食物损失?	→	环境功能
	包装中的受关注化学品是否有在产品中迁移的风险?	→	毒性/迁移率
生命末端	包装是否可以回收或堆肥?	→	实际可回收性
	包装使用地区是否有足够的基础设施进行回收或堆肥?	→	废弃物管理, 泄漏
	包装的废弃处理是否会产生严重的环境或社会影响?	→	废弃物管理足迹
	包装是否有较高概率最终进入海洋?	→	塑料足迹
	包装的外部性是否内部化?	→	融资机制

图18显示了11个属性在文献中的分布。特别是在包装设计与区域废弃物管理基础设施相匹配方面，生命末端显然被低估了。

图18: 文献中11个属性的分布



系统文献综述提供了使用该框架时可采用的方法和数据库清单（见附件3）。此外，文献综述中得出的以下结论指导了框架设计：

- 环境足迹指标和回收指标很少单独用于某一个方法。我们优先寻找一种在框架中对这些指标进行组合和比较的方法。
- 评估方法更侧重于影响评级，很少给出建议。因此，可操作的度量标准成为框架开发的优先

事项。

- 有关泄漏、区域废弃物处理基础设施和生产者责任延伸制（EPR）立法的数据很难找到，因为现有方法通常无法对它们进行很好的整合。我们需要对区域特定数据给予更大的支持。
- 基于文献综述的结果，我们重新定义了11个属性，使它们成为构成框架的6个原则。这些原则构成了框架的基础，每个原则都与一系列指标

相关。一些原则涵盖了价值链的所有环节，而另一些原则则适用于某一特定环节。

表10: 原则

原则一	气候变化最小化	减少包装对气候的影响至关重要
原则二	效率最高化	在保护产品的基础上优化包装效率
原则三	循环最大化	包括考虑回收成分、再生成分、再利用、维修、回收率等
原则四	生命末端最优	确保生命末端足迹优化，包括各大市场中现有且广泛应用的适当的废弃物处理方案，塑料泄漏率，乱扔垃圾率
原则五	物质无害化	避免使用有害物质
原则六	生物多样化	最大限度减少导致生物多样性丧失的因素，目前包括土地资源的利用和水足迹

附录3

表11: 方法论、指导原则和数据库概况

来源	方法论	指导原则	数据库
学术期刊	<p>循环经济指标原形 (CEIP), 巴斯大学;</p> <p>油点, 丹麦技术大学;</p> <p>环境扩展投入产出分析 (EEIOA), 奥地利克拉根福大学;</p> <p>留存环境价值观, 苏黎世联邦理工学院;</p> <p>成熟度网格评估, 隆德大学;</p> <p>产品可持续性指数 (ProSI), 拉普兰塔理工大学;</p> <p>EnvPack, 荷兰可持续性包装研究院 (KIDV)</p>	<p>循环包装设计指南, 奥地利维也纳康普斯应用科技大学;</p> <p>循环经济工具包, KES可持续设计与制造议事录;</p>	<p>食品接触化学品数据库, 食品包装论坛;</p> <p>Ecoinvent数据库, Ecoinvent中心;</p> <p>多区域投入产出数据, 例如Eora和Exiobase;</p>
咨询机构	<p>塑料泄漏项目 (PLP), Quantisa;</p>	<p>通过设计实现可回收性, RECOUP;</p> <p>3R计划-企业塑料管理指引;</p> <p>将系统性思维运用于回收 (ASTRX), 可持续包装联盟和回收伙伴关系组织;</p> <p>循环产品设计框架, 循环经济;</p>	<p>Plasteax</p>
行业	<p>循环转型指标 (CTI) 2.0版本, WBCSD;</p> <p>材料循环性指标 (MCI), 艾伦·麦克阿瑟基金会;</p> <p>RecyClass;</p> <p>APR设计指南, 美国塑料回收协会;</p> <p>Plastic IQ, SYSTEMIQ和回收伙伴关系组织;</p> <p>包装环境平衡, CITEO和Adlphe;</p> <p>化妆品可持续包装倡议 (SPICE), 欧莱雅集团和Quantis;</p>	<p>GreenScreen, 清洁生产行动组织;</p> <p>全球包装可持续发展议定书, 消费品论坛;</p> <p>EcoDesign标准, 塑料包装生态设计圆桌会议;</p>	<p>Pharos, 健康建筑网络;</p> <p>Granta CES/ MetrialUniverse;</p> <p>化学危害和替代品工具包 (ChemHAT), 蓝绿色联盟;</p> <p>生命周期清单 (LCI) 数据库, 欧洲塑料制造商协会;</p>

公共机构	<p>欧洲产品环境足迹，欧盟委员会联合研究中心；</p> <p>欧盟委员会联合研究中心塑料生命周期评价；</p> <p>ReCiPe生命周期评价法，荷兰国家公共卫生与环境研究院（RIVM）；</p>	<p>社会生命周期评价（S-LAC），联合国环境规划署；</p> <p>可持续性包装指南，澳大利亚包装公约组织；</p>	欧洲统计局
非政府组织	<p>ReSource,世界自然基金会</p>		<p>《What a Waste》，世界银行</p>

附件4

表9: 每项原则对应的方法和数据库

原则	指标	相关方法	相关数据库	其它
气候变化最小化	温室气体 (GHG) 排放	循环转型指标 (CTI) 2.0版本 , WBCSD ; 化妆品可持续包装倡议 (SPICE) , 欧莱雅集团 和 Quantis ; 产品可持续性指数 (ProSI) , 拉普兰塔理工大学 ; 欧盟委员会联合研究中心塑料生命周期评价 , 包装环境平衡, CITEQ 和 Adlphe ; 环境扩展投入产出分析 (EEIOA) , 奥地利克拉根福大学 ; 循环经济指标原形 (CEIP) , 巴斯大学 ; 油点法 , 丹麦技术大学	Ecoinvent数据库 , Ecoinvent中心 ; 多区域投入产出数据, 例如 Eora 和 Exiobase ; 生命周期清单 (LCI) 数据库 , 欧洲塑料制造商协会	
	累积能源需求			
	可再生能源份额			
效率最大化	包装与产品的二氧化碳当量比	成熟度网格评估 , 隆德大学 ; 欧盟委员会联合研究中心塑料生命周期评价		内部数据
	包装与产品的体积效率			
	包装与产品的重量比			
	产品损失减少量			
	货架期			全球包装可持续性议定书 , 消费品论坛
	残次品退货率			内部数据

循环最大化	循环性指标	循环转型指标 (CTI) 2.0版本 , WBCSD ; Plastic IQ, SYSTEMIQ和回收伙伴关系组织 ; 化妆品可持续包装倡议 (SPICE) , 欧莱雅集团和Quantis ; 产品可持续性指数 (ProSI) , 拉普兰塔理工大学 , 欧盟委员会联合研究中心塑料生命周期评价 ; 包装环境平衡, CITEO和Adlphe ; 循环经济指标原形 (CEIP) , 巴斯大学 ; 油点法 , 丹麦技术大学 ; 材料循环性指标 (MCI) , 艾伦·麦克阿瑟基金会 ; ReSource , 世界自然基金会 ; RecyClass ; 留存环境价值观, 苏黎世联邦理工学院 ; 成熟度网格评估 , 隆德大学	Plastic IQ, SYSTEMIQ和回收伙伴关系组织 ; 食品接触化学品数据库 , 食品包装论坛 ; 生命周期清单 (LCI) , 欧洲塑料制造商协会	循环经济工具包 , KES可持续设计与制造议定书 ; 全球包装可持续性议定书 , 消费品论坛
	再利用率			
	可回收性			
	回收率			
	可再生成分			
	回收料成分			
生命末端最优化	泄漏	塑料泄漏项目 (PLP) , Quantisa ; ReSource , 世界自然基金会	Plasteax ; 欧洲统计局 ; 《What a Waste》 , 世界银行	将系统性思维运用于回收 (ASTRX) , 可持续包装联盟和回收伙伴关系组织
	废弃物管理不当指数 (MWI)			
	收集率			
	废弃物妥善管理率			
	释放率			
	垃圾率			

物质无害化	CoC评分	循环转型指标 (CTI) 2.0版本 ， WBCSD ； 欧盟委员会联合研究中心塑料生命周期评价 ； 通过设计实现可回收性 ， RECOUP ； PecyClass ； CoC评分 (来自UP评分卡法) ， 食物包装论坛	Pharos ， 健康建筑网络 ； Granta CES/MetrialUniverse ； 生命周期清单 (LCI) 数据库 ， 欧洲塑料制造商协会	GreenScreen ， 清洁生产行动组织
	CoC使用得分			
	惰性评分			
生物多样性	土地利用	ReCiPe 生命周期评价法， 荷兰国家公共卫生与环境研究院 (RIVM) ； 化妆品可持续包装倡议 (SPICE) ， 欧莱雅集团 和 Quantis ； 环境扩展投入产出分析 (EEIOA) ， 奥地利克拉根福大学 ； 欧盟委员会联合研究中心塑料生命周期评价	Ecoinvent 数据库， Ecoinvent中心 ；多区域投入产出数据，例如 Eora 和 Exiobase ； 欧盟委员会联合研究中心塑料生命周期评价 ； Granta CES/MetrialUniverse	全球包装可持续性议定书 ， 消费品论坛
	资源消耗			
	水足迹			
	土地消耗			
	水消耗			

尾注

- ¹国际标准化组织 (ISO) (2006) ISO 14040: 2006 环境管理-生命周期评估-原则与框架。 <https://www.iso.org/standard/37456.html>.
- ²欧盟委员会 (2007) 《产品环境足迹类别规则制定指南》6.3版本, 2017年12月4日.Zampori,L.和Pant,R. (2019), 《更新产品环境足迹 (PEF) 方法的建议》, 欧盟委员会联合研究中心技术报告, 欧盟出版局: 卢森堡: 76
- ³有关PEF方法, 请访问<https://eplca.jrc.ec.europa.eu/LCDN/developerEF.xhtml>.
- ⁴Huijbregts和M.A.J.等人 (2016) ReCiPe2016:和谐的中点及终点生命周期影响评估.PIVM报告2106-0104. 比尔特霍芬, 荷兰。(基于Myhre,G.等人的全球变暖潜能值 (2013) 《人为及自然辐射强迫》详见: 气候变化2013: 自然科学基础。第一工作组对政府间气候变化专门委员会第五次评估报告的贡献 [Stocker, T.F.等人 (编辑)]. 英国剑桥和美国纽约, 剑桥大学出版社
- ⁵关于生命周期评价某些方面的指导, 请参考 Weidema,B.P.(2019), 《生命周期评价的一致性检查》, 国际生命周期评价杂志,24 (5), 926-934.
- ⁶ecoplus,BOKU (维也纳自然资源和生命科学大学),denkstatt,OFI (澳大利亚OFI国家实验室) (2020) 食品包装的可持续性: 包装制造商, 食品加工商, 零售商, 政治机构和非政府组织的指南。基于关于“停止浪费-节约粮食”研究项目的成果.维也纳, 2020年2月
- ⁷保勒, E., 沃纳, B., 海因里希, V.和塔克, M.(2019), 《评估食品包装的环境可持续性: 延长生命周期评价, 包括与包装有关的食物损失和浪费以及循环评估》, 可持续性, 11 (3) , 925
- ⁸关于生命周期评价某些方面的指导,请参考 Weidema,B.P.(2019), 《生命周期评价的一致性检查》, 国际生命周期评价杂志,24 (5), 926-934.
- ⁹欧洲议会 (2015) 《循环经济: 定义、重要性和益处》请访问 www.europarl.europa.eu.
- ¹⁰莫塞莱托,皮耶罗 (2020) , 《恢复与再生: 探索循环经济中的概念》, 产业生态学杂志, 24(4):763-773 DOI:10.1111/jiec.12987, 国际标准刊号1530-9290
- ¹¹Jambeck, J.R.等人(2015), 《塑料垃圾从陆地到海洋的输入》,科学,347(6223),768-771
- ¹²Lebreton, L.和Andrady, A. (2019) 《全球塑料垃圾产生和处理的未来情景》,Palgrave Communications,5(1), 1-11
- ¹³有关塑料泄露项目 (PLP) 请访问<https://quantis-intl.com/metrics/initiatives/plasticleak-project/>.
- ¹⁴有关What a Waste数据库, 请访问<https://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/>
- ¹⁵有关PLASTEAX数据平台, 请访问<https://www.plasteax.org/>.
- ¹⁶有关塑料泄露项目 (PLP) 请访问<https://quantis-intl.com/metrics/initiatives/plasticleak-project/>
- ¹⁷一次性材料减速器 (SUM'D) , 凯尔·梅斯特林(2021) , 《理解包装(UP)积分卡法》,Zenodo, DOI: 10.5281/zenodo.5036673.

- ¹⁸有关理解包装 (UP) 积分卡工具, 请访问 <https://upscorecard.org/methodology-document>
- ¹⁹完整的食品接触化学品 (FCOC) 清单, 包括所有化学品及其化学文摘社 (CAS) 编号, 可在以下网站找到: <https://upscorecard.org/fcoc-list>
- ²⁰有关UP积分卡法文件, 请访问<https://upscorecard.org/methodology-document>
- ²¹Tekman, M.B., Walther, B.A., C., Gutow, L. 和Bergmann, M. (2022), 《海洋塑料污染对海洋物种、生物多样性和生态系统的影响》, 1-221, 世界自然基金会, 德国, 柏林, DOI: 10.5281/zenodo.5898684
- ²²波斯, U., 霍恩, R., 贝克, T., 林德纳, J.P., 菲舍尔, M.(2016).LANCA@-生命周期影响评估的特征化因子, 2.0版本, ISBN: 978-3-8396-0953-8,斯图加特弗劳恩霍夫研究所
- ²³有关Ecoinvent(2010), 《生命周期影响评估方法数据V2.2的实施》, 请访问https://ecoinvent.org/wp-content/uploads/2020/08/200712_frischknecht_jungbluth_overview_methodology_ecoinvent2.pdf
- ²⁴Hoekstra, A.Y.(2011), 《水足迹评估手册》, 水足迹网络-WFN
- ²⁵国际标准化组织 (ISO) (2014), ISO14046水足迹原则、要求和指南, 489, 日内瓦
- ²⁶Pfister,S.,Vionnet,S., Levova, T.和Humbert, S. (2016), 《Ecoinvent3: 评估生命周期评价中的用水和促进水足迹》,国际生命周期评价杂志, 21 (9), 1349-1360
- ²⁷有关生命周期评价某些方面的指导, 请参考 Weidema,B.P (2019), 《生命周期评价的一致性检查》,国际生命周期评价杂志,24 (5), 926-934

免责声明

本报告以世界可持续发展工商理事会的名义发布。与其他报告一样，该报告是世界可持续发展工商理事会工作人员和会员企业专家共同努力的结果。包装循环可持续性评估工作组成员审查草案，以确保该文件广泛代表大多数可持续塑料和包装价值链项目成员。然而，这并不意味着WBCSD的每个会员企业都同意本报告中的每一句话。请注意，报告中公布的数据截至2021年12月。

《SPHERE：包装可持续性框架》中文版报告由世界可持续发展工商理事会（WBCSD）与绿色再生塑料供应链联合工作组（GRPG）共同编译完成，该中文版最终解释权归WBCSD所有。若本中文版与英文原文有不一致的地方，以英文原文为准。

致谢

WBCSD产品和材料路径团队：

Maayke–Aimée Damen，产品与材料路径总监

Cyrille Durand，可持续塑料和包装价值链项目负责人

Julie Cachat，可持续塑料和包装价值链项目助理

SPHERE中文编译团队：

周卫东，WBCSD中国代表处主任

王永刚，中国物资再生协会再生塑料分会秘书长、GRPG副组长

满娟，中国石油和化学工业联合会国际合作部处长、GRPG办公室主任

高杨，国际绿色与循环经济资深专家、GRPG办公室副主任

聂紫薇，中国石油和化学工业联合会国际合作部可持续发展项目经理

姜安琪，中国石油和化学工业联合会国际合作部项目助理

WBCSD对以下公司提供的见解和合作表示衷心感谢：

包装循环可持续性评估主席团：

Erwan Harscoet，德勤

Jenny Wassenaar，Trivium Packaging

包装循环可持续性评估工作组：

Michele Del Grosso，阿普塔集团；Robin Jenkins、Laurent Sebire，科迪华农业科技（Corteva AgriScience）；David Dombrowski、Zoe Newton，葛兰素史克（GSK）；Jeffrey Loth，微软公司；Morishima Takashi，三菱化学控股公司；Pascal Eveillard，圣戈班；Leslie Cook，希悦尔；Vijay Fernandes，Jumana Khalifeh，Tarun Mathur，科威特丹麦乳品公司（KDD）

SPHERE框架开发合作伙伴：

Julien Boucher，Alexandre Bouchet，Environmental Action；Sarah Perreard，Stefan Frehland，Quantis；Lukas Hoex，Irene Hofmeijer，Hannah Van de Kerkhof，Lara Matragi，Mariana Revilla Llaca，South Pole

SPHERE框架咨询小组成员：

Ernst Krottendorfer，Manfred Tacker，维也纳大学和Circular Analytics；Jeff Wooster，原就职于陶氏化学（现已退休）；Kerstin Dobers，弗劳恩霍夫物流研究院；Anna Schulte，弗劳恩霍夫环境、安全和能源技术研究所

关于可持续塑料和包装价值链

我们生产和消费塑料制品和包装产品的方式对气候、自然和人类提出了前所未有的挑战。如今，越来越多的人要求通过向循环商业模式转变和塑料生命周期脱碳来促进塑料价值链转型升级，同时保护生物多样性，并确保没有人被落下。在我们的可持续塑料和包装价值链项目中，我们帮助企业加快向可持续和循环塑料及包装转型。

我们通过开发、推广和协调现有指标和方法来推进这一转型。这包括包装可持续性评估、塑料披露与报告框架，联合国塑料污染条约的讨论平台以及支持B2B化工行业转型的路线图。点击[这里](#)了解更多有关可持续塑料和包装价值链的信息。

关于GRPG

绿色再生塑料供应链联合工作组（GRPG）是由中国石油和化学工业联合会、中国物资再生协会、中国塑料加工工业协会三家协会携手产业链头部企业于2020年6月共同发起成立的中国国内首个产业链协同平台，旨在通过塑料上下游的生产端、加工端、品牌商、回收端、处置端的协同合作，解决塑料循环经济的“瓶颈”问题，在塑料议题方面具有很强的政策倡导和产业影响力。

关于WBCSD

WBCSD是由200多家世界领先的可持续发展企业首席执行官领导的全球联盟，共同致力于加速系统转型，从而实现净零、自然积极和更加公平的未来。

为此，我们邀请来自商界和其他领域的高管和可持续发展领导者分享见解，探讨我们目前在应对气候、自然和不平等可持续发展挑战方面所面临的障碍和机遇，从这些见解中我们共同开发CEO指南，通过提供包括标准和协议的科学目标指导，通过开发工具和平台，帮助可持续发展方面的领先企业推动综合行动，以应对各部门和各地区的气候、自然和不平等挑战。

我们的会员企业来自各行各业，覆盖所有的主要经济体，总收入超过8.5万亿美元，拥有1900万员工。我们的全球网络由近70个国家商业理事会组成，这使我们的成员在全球拥有无与伦比的影响力。自1995年以来，WBCSD一直与价值链上的会员企业进行合作，为最具挑战性的可持续发展问题提供有效的业务解决方案。

总之，我们是企业可持续发展的主要倡议者。我们的愿景是到本世纪中叶，90多亿人可以继续在地上幸福地生活。

www.wbcسد.org

在推特和领英上关注我们

版权

版权©WBCSD，2022年4月。

世界可持续发展工商理事会

日内瓦，阿姆斯特丹，北京，德里，伦敦，纽约，新加坡

www.wbcsd.org

