



“一带一路”绿色发展国际联盟
2020年政策研究专题报告

商品绿色供应链指数： 构建稳定和可持续的供应链 (第一阶段研究)

2020年12月



2019年4月,中外合作伙伴在第二届“一带一路”国际合作高峰论坛期间共同启动“一带一路”绿色发展国际联盟(简称绿色联盟)。绿色联盟旨在建设政策对话和沟通平台、环境知识和信息平台、绿色技术交流和转让平台,促进实现“一带一路”绿色发展国际共识、合作和行动。

“一带一路”绿色发展国际联盟秘书处 乔宇杰女士

电话:+86-10-82268647

传真:+86-10-82200535

地址:中国北京西城区后英房胡同5号

邮编:100035

网址:<http://www.brigc.net/>

电子邮件:brigg@fecomee.org.cn

briggsecretariat@163.com





研究团队*

团队成员：

克雷格·汉森	世界资源研究所食品、森林、水和海洋项目副总裁
付晓天	世界资源研究所中国食品和自然资源部门主任

以下专家亦有贡献：

查尔斯·维克托·巴伯	世界资源研究所生物多样性高级顾问、森林项目主任
查尔斯·艾斯兰德	世界资源研究所全球和国家水倡议主任
李 博	世界资源研究所森林项目研究员
利兹·萨科西亚	世界资源研究所资源观察研究分析员
路易斯·阿马拉	世界资源研究所商品和金融全球解决方案主任
罗德·泰勒	世界资源研究所森林项目全球主任
理查德·韦特	世界资源研究所食物项目高级研究员
蒂姆·瑟林格	世界资源研究所食物项目高级研究员兼技术总监
蒂娜·施耐德	世界资源研究所森林合法性倡议副主任

* 研究团队的成员和顾问以其个人身份参加研究工作，报告中表达的观点不代表其所在单位及“一带一路”绿色发展国际联盟观点。



目 录

目 录.....	ii
执行摘要.....	iv
第一章 引 言.....	1
一、环境和社会因素可能导致供应链风险.....	1
二、软性商品供应链面临日益增高的风险.....	1
三、软性商品绿色供应链可以应对风险.....	3
四、绿色供应链指数可以帮助评估和应对风险.....	3
第二章 商品绿色供应链指数.....	4
一、设计思路及目的.....	4
二、用户及应用领域.....	6
三、设计原则.....	7
第三章 商品绿色供应链指数：指标体系和评估标准.....	8
一、森林流失.....	8
二、水压力.....	10
三、农业产量增长.....	13
四、合法性风险.....	14
五、农民生计.....	15
六、合并指标.....	18
附件 1 供应链相关指标综述.....	21
参考文献.....	24



图目录

图 1 部分软性商品价值链中各阶段温室气体排放量所占份额.....	5
图 2 全球范围内森林转化情况（示例）	10
图 3 东非水压力分布（示例）	13
图 4 人类发展指数构成.....	16
图 5 指标整合方法.....	19

表目录

表 1 部分软性商品生产地国家及次国家人类发展指数（示例）	17
表 2 绿色供应链指数计算（示例）	18

专栏目录

专栏 1 软性商品和硬性商品.....	2
专栏 2 关注供应链的生产阶段的重要性.....	5
专栏 3 加权和聚合指标以创建指数时可用的选项.....	19



执行摘要

实现商品供应链的绿色化与中国建设生态文明的愿景和构建人类命运共同体的理念完全一致。构建更加绿色、更具包容性的商品供应链，是帮助“一带一路”共建国家应对挑战、加强商品供应链安全的有效手段，更是建设绿色“一带一路”的关键。

商品绿色供应链指数旨在帮助中国政府、企业和金融机构（特别是“一带一路”相关企业和金融机构）评估主要环境与社会因素为软性商品供应链带来的安全性风险和稳定性风险。该指数将商品生产地（某一地理范围或行政区域）内的风险程度分为“高”、“中”或“低”，利用组成指数的若干指标评估并识别出造成供给安全风险或稳定风险的特定环境和社会问题，以帮助决策者确定在投资软性商品生产和采购软性商品过程中应采取何种尽职调查。使用商品绿色供应链指数有利于提升供应链的稳定性和安全性，减少运营和投资的重大风险，并有助于改善整个供应链的可持续性。

本研究为商品绿色供应链指数相关研究的第一阶段研究，旨在建立支撑指数的指标体系及指数核算方法。研究组在下一阶段中将对指数进行完善，并针对相关商品、用户、区域进行试点。



第一章 引言

一、环境和社会因素可能导致供应链风险

全球商品供应链对经济发展至关重要，既是**贸易**的支柱（从具有相对生产优势的区域带来经收获、加工的商品，以满足消费者需求），又是**投资**的支柱（为开发银行和商业银行提供了诱人的投资机会），同时也是**商业**活动的支柱（全球最大的企业往往涉足商品供应链的一个或多个阶段）。

商品供应链长期缺乏安全和稳定性，通常表现为供应链中断或价格波动，可能对经济发展具有破坏性影响。传统上，商业/贸易部门和金融机构往往把法规、贸易政策或市场因素归咎为造成这些破坏的原因，但是环境和社会因素也可能导致商品供应链中断。例如，缺水可能限制农作物种植区生产，同样的该地区农业部门对水资源的过度开发利用可能导致社会冲突或监管行动，从而进一步影响未来的生产和出口潜力。

由于许多商品都依赖并影响自然资源和生态系统，因此不可持续的做法可能给特定商品的出口、进口和融资人带来五类重大风险（Hanson, C.等，2012）。这些风险包括：

- **运营风险**，如商品成本较高、商品产量较低或实物商品供应中断。
- **监管和法律风险**，如罚款、监管或诉讼。
- **声誉风险**，如因破坏原始生态系统或危害当地百姓而成为非政府组织（Non-Governmental Organizations, NGO）或媒体的攻击目标。
- **市场风险**，如未能遵守新兴的消费者规范或未能与新的市场需求保持一致。
- **融资风险**，例如，银行由于认识到其投资面临的任何上述风险或越来越关注环境、社会和治理（ESG）问题而实施了更严格的贷款规定或贷款限制。

相应地，这些风险中的任何一个都可能威胁特定商品供应链，以及与之相关的企业和投资者的盈利能力和长期安全性，进而威胁一个国家进口这些商品的能力。

二、软性商品供应链面临日益增高的风险

当前，软性商品（见专栏 1）所面临的风险特别高，在政治、商业和金融领域均受到广泛关注，主要原因如下：



第一个原因是出于对环境的担忧。软性商品是毁林、气候变化和生物多样性消失的主要驱动力。具体而言，大豆、棕榈油、牛肉和林产品（木材、纸浆和纸张）四类软性商品全球价值链所造成的森林砍伐量至少占全球森林砍伐总量的 40%~50%（TFA 2020, 2018; Haupt 等, 2018）。由于热带雨林是地球表面生物多样性最为丰富的区域（千年生态系统评估, 2005），热带雨林砍伐是导致气候变化的主要因素（UNFCCC, 2018），也是生物多样性消失的主要根源。因此，世界各国（和企业）制定下一个十年的气候和生物多样性议程时，软性商品贸易日益成为关注的焦点。

第二个原因与合法性相关。例如，全球每年林产品非法贸易额为 500 亿~1520 亿美元（UNEP, 2017）。在全球软性商品供应中有很大部分与非法开荒或伐木、违反劳工规定、逃税，以及许可证和执照分配不当有关。

第三个原因涉及平等和包容等社会问题。例如，当不可持续的商品生产使土地退化、导致工资低于市场水平、降低农作物产量或限制用水时，农民的生计就会受到损害。

第四个原因是软性商品传统贸易和发展模式对主要国际协定构成威胁。例如，软性商品传统贸易对国际法规则和国家法律的执行造成影响，这使许多可持续发展目标的实现变得更加困难。此外，软性商品生产和贸易如果继续对森林构成威胁，将导致《巴黎协定》和《生物多样性公约》的全球目标无法实现。

第五个原因是对企业盈利能力构成影响。近期很多案件，如 Lumber Liquidators、Gibson Guitar、United Cacao、ABC Indústria e Comércio SA、JJ Samar Agronegócios Eireli、Uniggel Proteção de Plantas Ltda 等，均表明传统的发展模式可能给企业造成经济、声誉、市场方面的损失（中国环境与发展国际合作委员会（“国合会”），2020）。

专栏 1 软性商品和硬性商品

软性商品是指农业和林业种植或生产的原材料及其衍生物，包括用于生产食物、纤维、饲料、医药、化妆品、清洁用品、燃料等的植物和动物衍生材料。硬性商品主要指提取或开采的原材料及其衍生物，如金属、石油和天然气等。

资料来源：中国环境与发展国际合作委员会，2020。



三、软性商品绿色供应链可以应对风险

软性商品供应链（或者“价值链”）的绿色化是应对上述风险的有效策略。正如国合会 2020 年 9 月发布的《全球绿色价值链- 中国软性商品价值链绿色化》报告所述，绿色供应链可以“增强商品供应的安全性，重建全球商品贸易中的相互信任，并通过供应商、贸易商、买方、出口国和进口国在行动与目标上形成共识来填补当前全球治理中的空白”（国合会，2020）。

全球经济中的许多主要参与者已经采取了措施，使其商品供应链绿色化。欧盟计划通过其绿色新政，确保进口商品在环境和社会方面的可持续性，英国也将做出类似规定。越来越多的农业企业，如嘉吉（Cargill）、玛氏（Mars）、雀巢（Nestlé）、奥兰（Olam）和威尔玛（Wilmar）等也正在实施战略，使其供应链绿色化或可持续。此外，包括中国在内的许多市场中的消费者对产品社会和环境可持续性的关注度不断上升（国合会，2020）。

四、绿色供应链指数可以帮助评估和应对风险

商品供应链绿色化战略之一是采用风险指数进行筛选，并为采购、投资和相关决策提供支持。政府、金融机构和企业可以使用该指数评估企业、投资和采购区域（即特定地理区域或政治区域）面临的环境、社会风险。此类评估对评价“一带一路”投资或者项目的可持续性和风险至关重要。评估基于一整套参数或指标进行，这些参数或指标被视为绩效和风险的重要组成部分或驱动力。该指标及其指标体系以绝对定量标准比较用户的绩效或者不同用户之间的绩效。

当前已有一些与商品供应链可持续性相关的指数，例如生态环境部对外合作与交流中心的绿色供应链东莞指数、巴里拉食物与营养中心基金会（Barilla Center for Food & Nutrition Foundation, BCFN）的食物可持续性指数、碳信息披露（CDP）的企业可持续性指数。迄今为止，对软性商品供应链可持续性的关注仍然不足。



第二章 商品绿色供应链指数

一、设计思路及目的

商品绿色供应链指数（下称“指数”）旨在填补对软性商品关注的空白，帮助政府、企业和金融机构评估环境和社会因素对商品供应链的长期安全性和稳定性所造成的相对风险。该指数将商品来源地的风险程度分为“高”、“中”或“低”，同时由构成指数的各指标识别和评估特定环境和社会问题可能构成最大的供给安全或稳定性风险。

该指数关注商品产地所在区域（地理或政治区域）。关注该区域的原因很多，详见专栏 2。指数评估对象可以是国家，对于大中型国家（地区），可以为州或省。如果构成指数的指标和商品原产地的数据可获取，那么评估对象可以进一步细化到省级以下（如巴西的城市、印度尼西亚的区等）。在下一阶段的工作中，该指数的评估对象将进一步细化到企业。

绿色供应链指数以不同颜色表示对不同区域的评估结果，以及不同的风险级别和给用户的相关建议，即：

- **绿色=低风险。**对该区域内的投资、签约和其他形式的采购贸易符合政策审批流程。
- **黄色=中等风险。**在投资、签约或进行其他形式的采购贸易之前，应对该区域进行一定程度的审查和审核，评估风险的性质和原因，以及该区域或从该区域采购的企业将如何降低该风险。
- **红色=高风险。**在投资、签约或进行其他形式的采购贸易之前，应对该区域进行彻底的审查和审核。审查内容应包括与该区域或从该区域采购的企业直接进行的一对一评估，制定降低风险计划，以及绩效监控。投资者或买方不应直接避免与该区域或从该区域进行采购的企业的商业往来，这可能导致该区域（或该区域中的供应商）转而寻求那些不关心环境和社会绩效的买方或投资者，无法解决潜在的可持续性问题。相反，开发指数的目的是促进高风险区域转变发展模式。因此，投资者或买方首先应直接与该区域政府部门、来自该区域的供应商或从该区域采购的企业进行接触。如果随着时间的推移，该区域的绩效没有改善，投资者或买方应考虑停止业务洽谈。



商品绿色供应链指数可对中国政府机构、“一带一路”倡议投资者，以及参与商品供应链的各企业提供决策支持。该指数最初应用于软性商品（例如农林产品），下一步将扩充功能，增加对硬性商品的评估。

专栏2 关注供应链的生产阶段的重要性

绿色供应链指数侧重于商品的产地，也就是供应链的第一个阶段。尽管将软性商品供应链完全绿色化需要在供应链的每个阶段均采取行动，但其生产阶段对气候变化、生物多样性和本地居民的影响最大。这是因为种植或收获商品直接导致森林和湿地等自然生态系统的消失和退化。自然生态系统消失和退化是全球温室气体排放的主要贡献因素，也是生物多样性消失的主要驱动因素（千年生态系统评估，2005；Alkama and Cescatti, 2016）。实际上，对于许多对中国非常重要的软性商品，土地转化是这些商品对温室气体排放的主要贡献因素（见图1）。

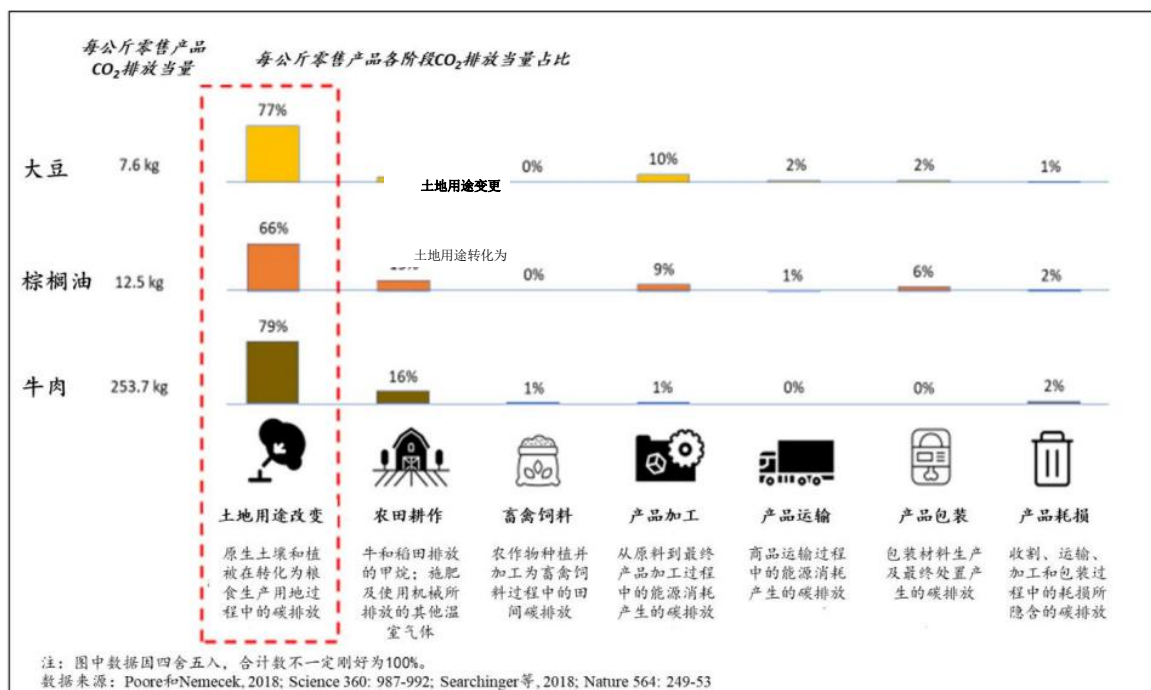


图1 部分软性商品价值链中各阶段温室气体排放量所占份额

资料来源：国合会，2020。



二、用户及应用领域

商品绿色供应链指数可以帮助需用类型的用户改善其供应链的稳定性和安全性，降低其运营和投资的重大风险，并帮助改善供应链的总体可持续性。该指数可以评估商品产地的风险程度，识别风险来源，支持相关部门更好地进行决策。指数的应用领域包括但不限于以下方面：

- **政府机构（包括“一带一路”相关活动）**

- 为生产者减少环境和社会风险的相关活动提供激励机制，以减少相关风险，或优先采取相关措施。
- 推动商品产地获得某种形式的“优惠贸易”地位。
- 将“绿色”指数作为市场定位工具，把买家和投资者吸引到该地区。

- **商品采购企业和贸易企业**

- 选择采购地或企业。
- 优先考虑积极减少供应链环境、社会风险的企业，或者将相关内容纳入合同中的区域或企业。

- **商品生产企业**

- 监管其运营机构、业务部门、分支机构等的表现。
- 识别需要改善环境或严格监控投资的企业。
- 将精力集中在那些将要启动可追溯性计划的区域和企业。
- 向买家和投资者证明，他们值得减少文书工作、减少监督等。
- 将“绿色”指数作为市场定位工具，把买家和投资者吸引到该地区。

- **投资人（例如“一带一路”投资方、银行、发展援助机构等）**

- 优先考虑将要增加投资或提供更优惠贷款条件的区域和企业。
- 优先考虑积极减少供应链环境、社会风险的企业，或者将相关内容纳入合同中的区域或企业。

- **认证机构**

- 根据相关区域的表现（如“绿色”区域审计负担相对较低）创建差异化的审计规则，从而降低审计成本。



三、设计原则

设计绿色供应链指数时要牢记一些人性化的原则。该等原则应当包括以下内容：

- **简单。**该指数应易于列表、理解和应用。
- **专注。**该指数应仅关注一小部分问题或指标，以便将注意力集中在当今最为紧迫的环境和社会问题上，然后再精简指标的数量，确保每个指标都对指数产生影响。当该指数由诸多指标构成时，各区域最终的得分往往非常相似，难以区分优劣。随着时间的推移，随着该指数的使用逐渐主流化，以及关注的主要环境和社会问题得以解决，可以考虑增加更多的指标，对该指数予以扩充。
- **当下适用。**该指数应该能够立即生成和使用，而不必等待信息更完整时才能使用。这意味着该指数需要使用当前可用的数据。当然，随着数据的不断获取，也可以使用这些新的数据来替代当前可用的数据，从而增强该指数的评估水平。
- **差异化。**该指数应产生足以用于区别被评估实体的结果。并非每个被评估实体都应获得大致相同的分数，否则该指数的效用为零。同时，构成该指数的指标应彼此充分独立，避免关联性，防止该指数中某一组指标的加权过大。
- **以结果为导向。**在降低风险和可持续性方面，最终的关键是被评估者的实际表现。因此，该指数应尽可能基于客观的实际表现或结果而确定，而不是基于受评估者所实施的规范或政策（可能导致实际改变和减缓相关风险）。
- **适度性。**该指数不应试图解决所有问题或必须具有完善的衡量标准，它只需要“恰到好处”，就可以向政府机构、企业和投资人发送正确的行为信号。



第三章 商品绿色供应链指数：指标体系和评估标准

绿色供应链指数由五个指标组成，每个指标涵盖一类与供应链相关的主要环境或社会风险。以下就这些指标的重要性、评估方法、数据来源、测量方法，以及如何将该度量标准分级为“绿色”、“黄色”或“红色”等分别做介绍。商品绿色供应链指数目前侧重于软性商品供应链上的应用。

一、森林流失

森林流失是指由于砍伐林地并将其转变为用于种植软性商品的农田，或者由于砍伐天然林以生产木材、木材和纸浆而造成的森林面积损失。

- **重要性：**停止天然林的转化不论从政治、商业角度，还是环境、社会角度来看均至关重要。
 - **政治：**减少森林转化和退化是《联合国气候变化框架公约》和《巴黎协定》中的高度优先事项。几乎每个气候模式都表明，除非制止砍伐森林和森林退化，否则全球将无法达到《巴黎协定》将全球温升限制在 2°C 或 1.5°C 的目标。同样，自然栖息地的消失是造成生物多样性消失的最主要原因（千年生态系统评估，2005），《生物多样性公约》（第十五次缔约方大会将于 2021 年在中国举办）也将停止砍伐森林作为优先事项之一。
 - **商业：**包括玛氏、联合利华、雀巢、丰益和热带森林联盟其他成员在内的跨国企业均做出了雄心勃勃的承诺，消除其软性商品供应链中的森林砍伐。因此，森林砍伐问题在私营部门议程中的地位正在上升。
 - **环境：**自首次农业革命发生以来，农作物种植和牲畜饲养一直是自然生态系统消失和退化的主要原因（千年生态系统评估，2005）。全球当前的土地利用变化大多数是将森林、湿地和草原转变为农场和牧场。例如，在 2000 年至 2010 年间，农业是造成 80% 热带森林砍伐的原因（Kissinger 等，2012）。土地利用方式的变化（尤其是森林砍伐）贡献了全球每年至少 10% 的温室气体排放，在总排放量中占到更大的份额。由于栖息地消失是世界上生物多样性消失的主要原因之一（千年生态系统评估，2005），土地利用方式的变化也意味着生物多样性的消失。
 - **社会：**全球数以百万计的人（其中许多人是土著人）生活在天然林中，并依赖于天然林。森林砍伐破坏了这些人的食物、水、住房、收入、文化等的来源。



- **评估方法：**由于森林转换模式和数据可获取性不同，该指数对位于热带、温带地区和温带、寒带地区的商品产地提出了不同的评估方法，目前尚无法直接在全球范围内衡量毁林程度。此外，尽管热带地区的森林砍伐猖獗，但在温带和北方森林生态区中却很少见。在热带地区天然林尤其是大片原始森林遭采伐的背景下，森林管理的可持续性对生态环境尤为关键。

在热带森林生态区内，应根据过去五年中天然林和原始林的年平均损失率（森林损失面积/2001 年天然林和原始森林总面积）评估商品产地。原始森林是天然林的一部分，其在天然碳汇和维持生物多样性方面的作用至关重要。

在北方和温带森林生态区内，应根据过去五年在未受侵扰原始森林景观（Intact Forest Landscapes, IFL）内发生涉及林业活动的森林面积对商品产地进行评估。未受侵扰原始森林景观是指一片完整的且以森林为主体的自然生态系统，没有明显人类活动侵扰，具有足够大的连贯面积以维持所有本地物种的生物多样性，包括广域分布物种的种群可持续性。在未受侵扰原始森林景观内的伐木作业表明森林管理不可持续。

- **数据来源：**美国马里兰大学利用卫星图像绘制了 2001 年全球森林覆盖范围图，分辨率为 30 米×30 米（0.09 公顷）（Hansen 等，2013）。为了得到天然林的范围，从全球森林覆盖范围图中剔除已知的人工林（如“植树空间数据库”中所示（Harris 等，2019））。原始森林（Turubanova 等，2018）和未受侵扰原始森林景观（Potapov 等，2017）是天然林的组成部分，已使用卫星图像分析对其进行了进一步识别。Hansen 等人（2013 年）还绘制了从 2001 年到 2013 年每年全球森林覆盖减少量的地图，分辨率为 30 米×30 米。该地图覆盖了天然林、原始森林和未受侵扰原始森林景观情况，以量化每个类别的损失量。这些数据可以在全球森林监察（Global Forest Watch, www.globalforestwatch.org）上免费和公开获得。

- **分级方式：**

- **绿色**

- ✓ **热带：**五年平均天然林年损失少于 0.2%，同时五年平均原生林年损失少于 0.1%

- ✓ **温带/北方：**在过去的五年中，未受侵扰原始森林景观中的林业相关损失低于 10 公顷

- **黄色**



✓ **热带：**五年平均天然林年损失少于 0.5%，同时五年平均原生林年损失少于 0.25%

✓ **温带/北方：**在过去五年中，未受侵扰原始森林景观中的林业损失低于 1000 公顷

➤ **红色：**

✓ **热带：**五年平均天然林年损失高于 0.5%，或五年平均原生林年损失高于 0.25%

✓ **温带/北方：**在过去的五年中，未受侵扰原始森林景观中的林业损失超过 1000 公顷

图 2 提供了全球范围内在州和省管辖区域层面该指标示意图。

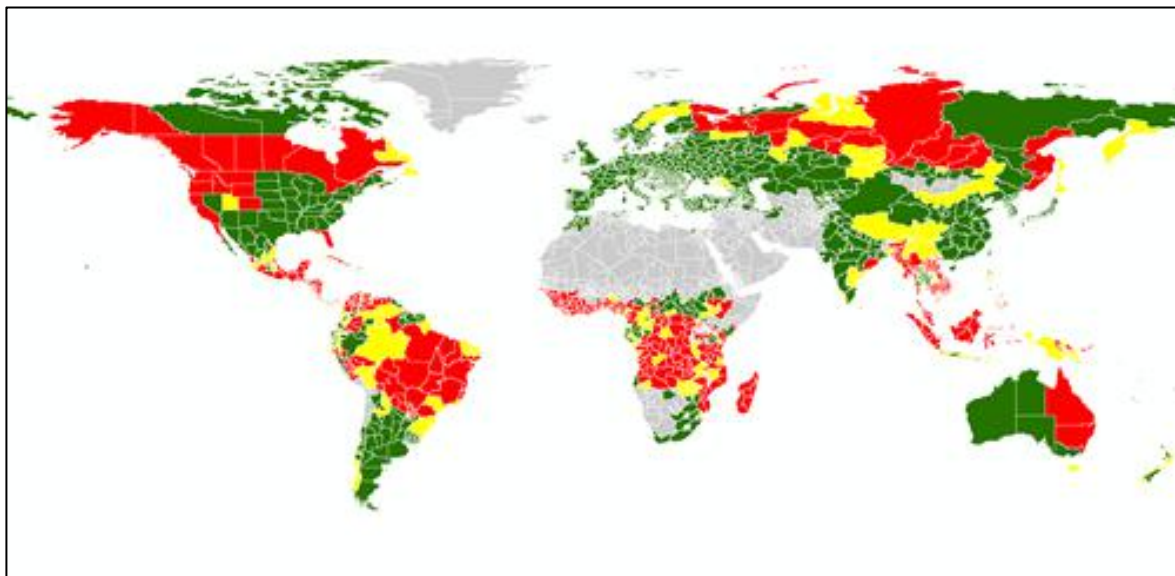


图 2 全球范围内森林转化情况（示例）

未来考量因素：遥感系统可以对土地和生态系统变化进行高分辨率监测。考虑到自然生态系统转变对气候、生物多样性和当地社区的影响，该指标应在森林转化的基础上，进一步扩大至对其他自然生态系统（例如草地、湿地）转化的监测。

二、水压力

水压力是指商品产地淡水取水量与可用水资源量的比率。低水压力意味着可用水资源量大大超过需水量。高水压力是指取水量接近可用水资源量，可用水资源量难以满足农业、城市、工业和自然生态系统需求的可能性增大。



- **重要性：**确保取水量相对可用水资源量的比例适当，不论从政治、商业角度，还是环境、社会角度来看均至关重要。
 - **政治：**水是公民和经济福祉的根本性要素，水压力过高将引发国内乃至国际斗争和冲突。
 - **商业：**企业已经逐步认识到因水资源压力而对其生产和制造商品所造成的风险。例如，在世界经济论坛（World Economic Forum）有关企业对风险看法的年度调查中，“水资源”近年来一直被列为“最受关注的 5 大问题”。同样，来自各大企业的 175 名业务主管也签署了联合国全球契约组织的“CEO 水之使命”契约，这是一项由各大企业领导人发起的行业驱动计划，旨在推动公共部门与私有部门协同应对由日益严峻的水危机所带来的挑战。
 - **环境：**农业、工业和城市对水资源的过度消耗可能会危及商品产地（及其下游区域）的淡水生态系统，并影响其为人类提供的许多生态系统服务。
 - **社会：**充足的清洁淡水供应对人们的健康和卫生至关重要。
- **评估方法：**水压力可用商品产地淡水取水量与可用可再生地表水和地下水供应量的比率进行度量。采用这一评估方法具有多重优点。首先，在水文流域和行政管辖区域之间具有可比性。其次，可量化且精度高。该指标使用 Lehner 和 Grill 2013 年提供的“HydroBASINS 6 级”子流域方法对全球 16000 多个水文流域进行了测算。第三，作为测量水量相关风险的既定方法，该方法已在相关大学、科研机构、跨国企业、金融机构和政府得到广泛使用，用户包括标准普尔、贝莱德、麦肯锡、嘉吉、微软、世界银行、亚洲开发银行、经济合作与发展组织、联合国、生态环境部、美国国防部、同济大学和美国耶鲁大学等。用于计算水压力的模型（PCR-GLOBWB 2）已发布，并在同行评审期刊中被广泛引用。
- **数据来源：**水压力是指总取水量与可用可再生地表水和地下水资源量的比率。针对每个子流域，取水量的计算包括了灌溉、工业、畜牧、家庭四个取水部门。
 - 灌溉取水量根据每个网格单元的月度灌溉面积、农作物物候期和作物因子确定，上述因素分别基于 FAOSTAT、MIRCA 2000 和全球作物需水模型确定。（FAOSTAT, 2012; Portmann 等, 2010; Siebert 和 Döll, 2010）。灌溉用水需求根据联合国粮农组织的相关指南测算（Allen 等, 1998; Doorenbos 和 Pruitt, 1977）。谷类和非谷类作物分别计算，并与地表水和地下水平衡的变化相关。蒸发量由土壤、植被、气候和作物种植情况进行动态模拟获得。



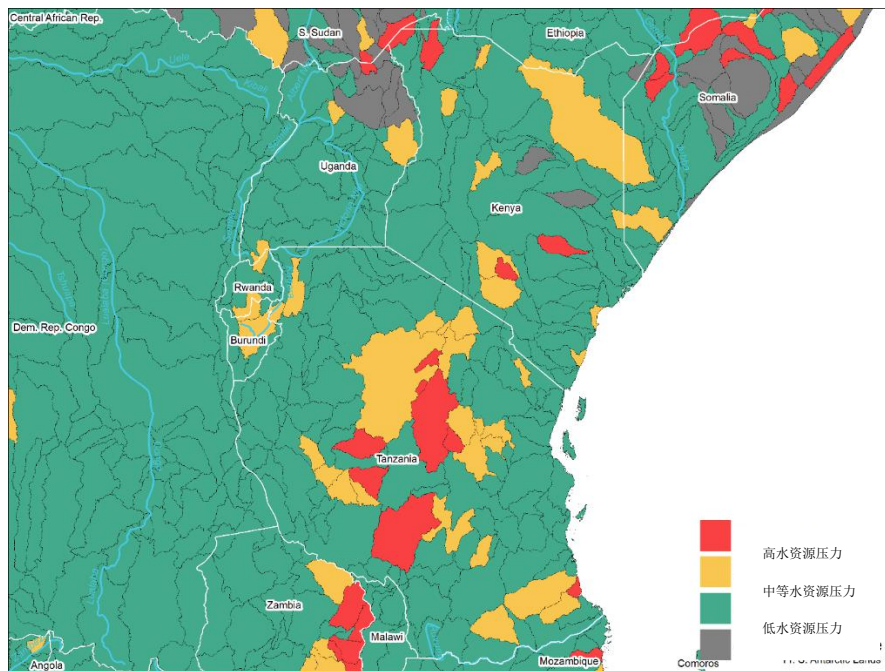
- 工业取水量代表工业制造、发电和其他工业行业的用水需求。工业用水强度时间序列（1960—2014 年）从相关数据库（Wada 等人，2011 年）中获取，并与工业取水数据结合。国家层面的数据使用夜间灯光数据在空间上进行离散。
- 畜牧业取水量由网格单元内的牲畜总数乘以相应的每日饮用水需求量（需求量与温度相关）确定。1960—2014 年间的网格内牲畜密度由 2000 年的网格化牲畜密度与历史上的牲畜增长率进行计算获得（Wada 等，2011）。
- 家庭取水量包括城市和农村的家庭用水需求。1960—2014 年间每个国家的家庭需水量由国家总人口与基准年度的人均用水量进行计算获得。国家层面的取水数据进一步根据人口、气温进一步离散（Wada 等，2011）。

对于供水量，该模型使用降水、温度和蒸发量的每日时间序列进行计算。可用水量考虑了上游耗水量和大型水坝对下游水资源供应的影响。

取水量和可用水资源量的计量单位均为立方米。水压力较高表明用户之间对水资源的竞争加剧，该指标可以通过“水道”水风险地图（<https://www.wri.org/aqueduct>）进行查询。水压力可以在国家、省或省以下的尺度上进行测量（见图 3，以东非地区为例）。

• 分级方式：

- **绿色**=取水量与可用水量之比等于或小于 0.20，在“水道”水风险地图上，水压力对应于“低”（ <0.10 ）或“中低”（ $0.10\sim0.20$ ）
- **黄色**=取水量与可用水量之比为 $0.20\sim0.40$ ，在“水道”水风险地图上，水压力对应于“中高”（ $0.20\sim0.40$ ）
- **红色**=取水量与可用水量之比为 0.40 或更高，在“水道”水风险地图上，水压力对应于“高”（ $0.40\sim0.80$ ）或“极高”（ >0.80 ）



资料来源：世界资源研究所，2020。

图 3 东非水压力分布（示例）

三、农业产量增长

农业产量增长率是指每公顷农作物、牲畜或林产品产量的增长率。

- **重要性：** 确保商品产地内的主要农作物、牲畜和林产品的产量随着时间的推移持续增加，不论从政治、商业角度，还是环境、社会角度均至关重要。
 - **政治：** 许多国内产业和当地居民生计与软性商品生产相关。产量增长意味着生产效率的提高，同时可以推动产业发展，并提高商品产地或国家、地区在全球市场上的竞争力。
 - **商业：** 农业产量不断提高将为参与商品供应链的企业带来更高利润。
 - **环境：** 提高农业（如农作物、牲畜、林产品）用地上的产量是全球抗击气候变化和拯救生物多样性的一项关键战略。世界资源研究所、世界银行、联合国开发计划署和联合国环境规划署（Searchinger 等，2019）的研究表明，除非产量增长等于或超过需求增长，全球食物、林产品和其他软性商品需求的增长将导致数亿自然生态系统的转化。



- **社会：**农业产量的增长可以提高农民收益，及农民可向市场提供的产品数量。同时有助于提高农民对市场冲击、气候冲击的抵御能力，促进农村区域的稳定发展。
- **评估方法：**“产量增长”指标采用区域内每公顷商品的5年平均年产量（吨）。该指标针对不同种类的商品，因此应针对大豆、棕榈油、纸浆和纸张分别进行评估，依此类推。该指标应针对不同的生产区域（如地区一级或州一级）进行评估，但在许多情况下，公开可获得只有国家层面的数据。此外，应将商品产量增长率与该商品2050年前的预计需求量年增长率进行比较。这很重要，因为当产量增长达到或超过需求增长时（因此减少了将自然生态系统转化为农作物、牲畜或林地的压力），气候和生物多样性就会从产量增长中受益。
- **数据来源：**有关产量增长率和需求增长预测的数据可从联合国粮农组织网站上获得。
- **分级方式：**每一商品：
 - **绿色**=5年平均年产量增长率高于全球需求预计年增长率
 - **黄色**=5年平均年产量增长率接近全球需求预计年增长率
 - **红色**=5年平均年产量增长率低于全球需求预计年增长率

四、合法性风险

合法性风险是指软性商品供应链可能遭受非法活动（例如非法土地转化、非法劳工、贿赂等）影响的程度。

- **重要性：**确保降低软性商品供应链非法活动风险（尤其是在产地），不论从政治、商业角度，还是环境、社会角度均至关重要。
 - **政治：**非法活动攫取了政府税收收入，违反了国内法律法规，并可能违反国际法律和规范。
 - **商业：**参与涉及违法行为商品供应链的企业（即使是在不知情的情况下）可能面临法律、声誉、运营、市场和融资方面的风险。
 - **环境：**违法行为通常是显示环境治理不善以及对自然资源的不可持续利用和影响的指标。
 - **社会：**非法活动通常会对当地社区的福祉、安全和生计产生负面影响。



- **数据来源：**尽管尚没有针对软性商品供应链中违法风险的“完美”而且公开可用的指标，但世界银行“全球治理指标”（Worldwide Governance Indicators, WGI）中的“腐败控制（Control of Corruption）”指标可以用于衡量商品采购国中与非法行为相关的腐败风险。该指标反映了为了私利而行使公共权力的程度，包括各种形式的腐败，以及精英阶层和私人利益对国家的“攫取”（Kaufmann, D.等人，2010年）。腐败控制程度以百分数表示，范围从0（腐败控制最低）到100%（腐败控制最高）。
- **测量方式：**腐败控制指标由世界银行公布的全球治理指标（<https://info.worldbank.org/governance/wgi/>）提供。该指标评估了治理的六个方面，包括话语权和责任、政治稳定性和不存在暴力、政府效率、规管质量、法治、腐败控制。从1996年开始，全球治理指标收录了全球200多个国家和地区的数据。全球治理指标从30多个数据源取得数据，并收集了世界各地公共、私营和非政府部门专家的意见。
- **分级方式：**
 - **绿色**=腐败控制指标为67~100
 - **黄色**=腐败控制指标为34~66
 - **红色**=腐败控制指标为0~33

五、农民生计

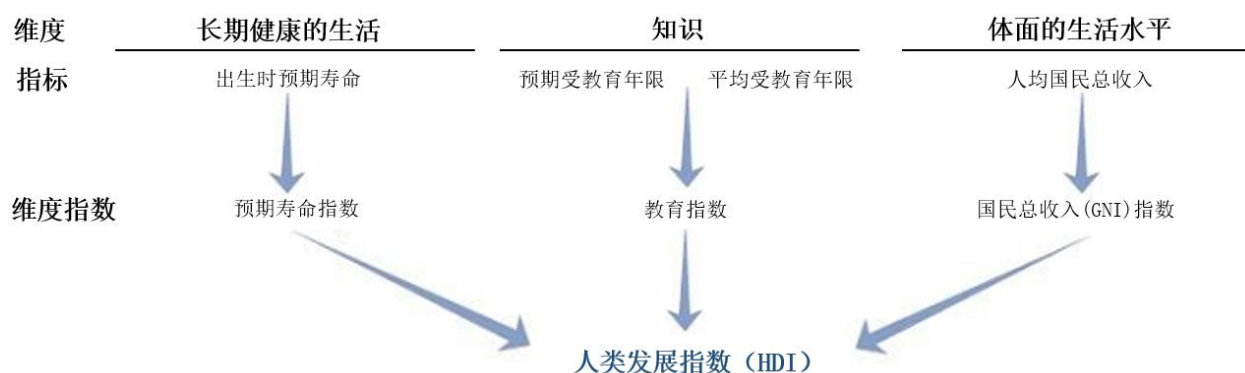
农民生计是指软性商品生产者的收入和福祉。软性商品生产者在本文中主要指“农民”，包括那些栽培、种植和收获农作物、牲畜、林产品和其他软性商品的人。

- **重要性：**确保管辖区域内农民生计福祉不论从政治、商业角度，还是环境、社会角度均至关重要。
 - **政治：**如果农民（或更广泛地说是“农村”）的生计未得到改善，政治动荡的风险相对较高。
 - **商业：**当农民生计稳定或改善时，商业供应链将更加稳定和富有成效。
 - **环境：**研究发现，减贫可以减轻环境影响，包括减少毁林压力。ⁱ
 - **社会：**商品产地收入、教育和健康水平的提高将给当地居民带来显著收益。



- **评估方法：**理想情况下，商品绿色供应链指数应使用衡量农民（或农村）生计（如收入、健康、教育）的指标，其原因在于农业部门推动了软性商品的生产。然而，由于缺乏有关农民生计的粒度数据，可将“人类发展指数”（Human Development Index, HDI）的次国家级数据作为替代指标。

由联合国开发计划署（UNDP）创建的人类发展指数包括三个方面，即长寿水平、知识水平和生活水平。在这些方面，它具有四个指标，即出生时预期寿命、预期受教育年限、平均受教育年限和人均国民总收入（Gross National Income, GNI）（见图4）。人类发展指数目前作为公认的人类发展标准，为国际发展机构和国家政府服务。荷兰的 Radboud 大学在次国家（即省、州）级别上汇编和发布人类发展指数。



资料来源：联合国开发计划署，2019。

(http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2019_technical_notes.pdf)

图4 人类发展指数构成

- **测量方式：**将商品产地的3年平均次国家级人类发展指数与商品所在地国家人类发展指数的3年平均值进行比较，确定该区域在人文发展方面的改善速度是高于还是低于全国平均水平。相对于全国平均水平而言，评估区域执行得越好，农民和软性商品经济中其他生产者的福祉实现程度越高，社会经济风险相对越低。使用3年平均值可以抵消短期波动（如经济衰退、大流行病等）的影响。如果一国内某个商品生产区域的人类发展指数增长速度低于全国平均水平，则可能意味着该地区的居民由于“被抛在后面”，而没有意识到经济活动的好处。反过来，如果某地区社会紧张局势、缺乏人力资本甚至农村人口外流，可能会对该地区的长期稳定和生产能力构成风险。
- **分级方式：**



- **绿色**=商品产地人类发展指数的增长速度快于产地所在国平均人类发展指数 ($>0.1\%$)
- **黄色**=商品产地人类发展指数的增长速度与产地所在国平均人类发展指数相当 (介于 0% 和 0.1% 之间)
- **红色**=商品产地人类发展指数的增长速度慢于产地所在国平均人类发展指数 ($<0\%$)

表 1 给出了分级的示例。

表 1 部分软性商品生产地国家及次国家人类发展指数（示例）

国家	次国家管辖区域	ΔSHDI 与 ΔHDI
阿根廷	科尔多瓦	0.00%
阿根廷	圣达菲	-0.24%
巴西	马托格罗索	0.00%
巴西	帕拉 (Para)	0.03%
巴西	巴拉那	-0.01%
哥伦比亚	安蒂奥基亚	0.13%
印度尼西亚	詹比	0.01%
印度尼西亚	西加里曼丹	0.18%
马来西亚	沙巴州	0.05%
马来西亚	登嘉楼	0.01%
巴拉圭	卡瓜苏	0.02%
巴拉圭	康塞普西翁	0.03%



六、合并指标

为了将指标体系综合为单一指数，通过加权和聚合将各指标进行整合。专栏 3 总结了加权和聚合的可选方法。对于商品绿色供应链指数，我们建议采用“同等权重”和“算术平均”进行计算。

为了便于计算，将每个指标的“绿色、黄色、红色”等级转换为数值，“绿色=1”，“黄色=2”和“红色=3”。然后按公式（森林流失指标+水压力指标+农业产量指标+合法性风险指标+农民生计指标）/5 进行计算。获得计算结果后，将结果按照如下标准进一步转化为相应颜色：

- 绿色=1.0~1.5
- 黄色=1.6~2.2
- 红色=2.3~3.0

但是，如果任何指标为“红色”，则绿色供应链指数能够达到最高等级为“黄色”。红色指标表示商品产地或者企业需要进行尽职调查，从而保证至少达到“黄色”等级。表 2 提供了指数计算示例。

表 2 绿色供应链指数计算（示例）

指标	管辖区域 1	管辖区域 1	管辖区域 1	管辖区域 1
森林流失	1	2	2	1
水压力	2	1	2	1
农业产量增长	1	2	2	1
合法性风险	1	2	3	1
农民生计	2	3	3	3
绿色供应链指数	1.4	2.0	2.4	1.4



专栏 3 加权和聚合指标以创建指数时可用的选项

权重

- **同等权重**给予构成指数指标同等重要性。
- **根据统计相关性调整权重**使用相关系数测试各个成分的相关性和权重，可以仅选择相关程度较低的成分并赋予同等权重，也可以根据成分的相关程度调整成分的权重（如减少相关指标的权重）。这种方法避免了重复计数或使指数偏向于统计上相关度高的指标。
- **基于专家判断的微分加权**要求召集专家小组，根据他们对各指标在反映政策优先级或指数的其他目标方面的重要性做出的判断，为各指标分配权重。

聚合

- **算术平均值**采用线性方法将所有指标相加，然后按照指标数量进行划分。此方法赋予各指标同等重要性，某个指标的较高分数可以补偿其他指标的极低分值。
- **几何平均值**采用非线性方法，计算所有指标的乘积的 n 次方根（ n 为指标数量）。与线性方法相比，此方法中分值较高、较低的指标对指数的正面或者负面影响都较大，某个指标的高分数很难抵消或补偿其他低分指标的影响。
- **指定“淘汰”阈值**：在这种方法中，设定了一个最低阈值，若某个指标未能达到其阈值，则无法进行指数的计算。

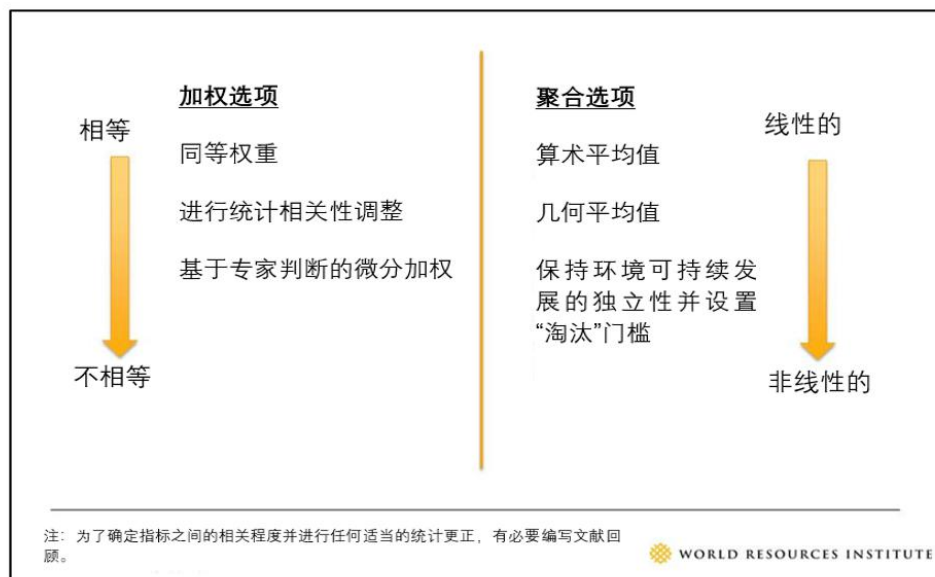


图 5 指标整合方法



将指标整合为绿色供应链指数时，应依据五项原则：第一，没有一种单一的指数设计方法优于其他方法，所有方法都代表不同的价值判断。ⁱⁱ第二，选择的方法很大程度上取决于指数的预期目的。ⁱⁱⁱ第三，避免使用评估同一问题的指标，这将导致在整合指数过程中“重复计算”。第四，避免使用彼此对立的指标，这些指标的影响将在总指数中相互抵消。第五，对于某些用户，指数中如果涵盖过多信息，从而导致结果不清楚甚至产生误导，可能由于过于宽泛而无法使其获得有关指数含义的明确信息。

资料来源：改编自 Reyta, K., C. Hanson 和 N. Henninger, 2014。

上述研究为商品绿色供应链指数研究的第一阶段成果。在接下来的工作中，项目组计划开展如下工作：

- 对指标体系和指数进行进一步的修订。
- 选取特定商品对本研究中构建的指标体系和绿色供应链指数开展测试和试点。
- 开展专家咨询和评定。
- 支持环境、商务、金融机构、企业相关部门决策。
- 应用指数，形成阶段性发布。

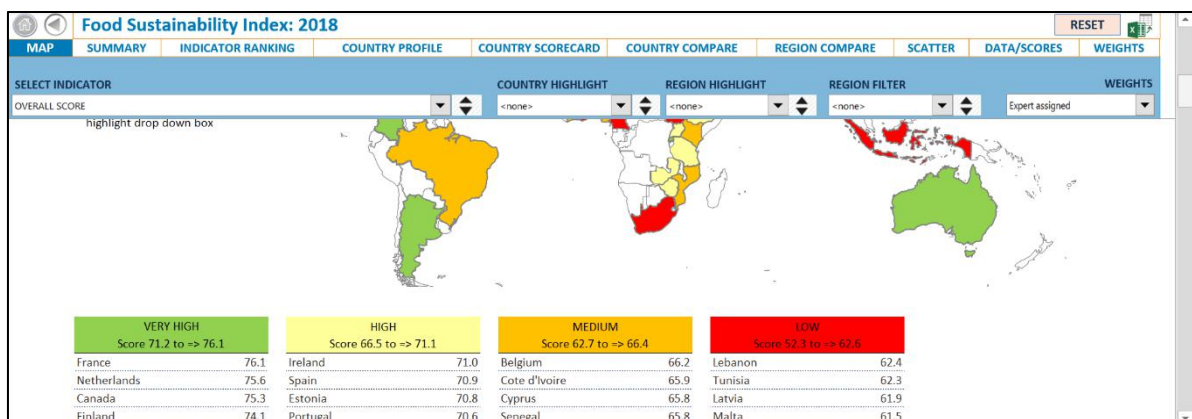


附件 1 供应链相关指标综述

为了构建商品绿色供应链指数，本研究对当前与商品和商品供应链相关的指数进行了研究，以对指数的开发做出指导。

• 食品可持续性指数（Food Sustainability Index）

- 描述：食品可持续性指数基于全球营养、可持续农业和食物废弃物相关研究，收集了来自全球 67 个国家的数据，以识别与食物安全和主要可持续发展目标相关的最佳实践和关键领域。总体得分为 37 个指标的加权平均值。该指数所含指标分为三类：粮食损失和浪费、可持续农业、和营养挑战（经济学家，2020）。其中，粮食损失和浪费包括粮食损失和最终用户粮食浪费，可持续农业包括水资源、土地（土地利用、生物多样性、人力资本）和空气（温室气体排放），营养挑战包括生活质量、预期寿命和饮食变化。高分意味着一个国家走上了实现可持续的食物和营养体系发展的正确道路。
- 开发者：巴里拉基金会和经济学人智库。



• 绿色供应链东莞指数

- 描述：该指数从涵盖环境绩效（主要是污染物）、能源绩效和低碳发展的 34 个关键绩效指标（KPI）中，按三类标准（即设计和采购、生产和物流、绿色销售和回收）对企业进行评估。该指数已在企业层面开展使用，评估结果按 1 星到 5 星评级。目前指数已在家居、纺织、制鞋、电子、制造业等行业和零售商层面试点，结果每隔一到两年发布一次。
- 开发者：生态环境部对外合作与交流中心。



绿色供应链东莞指数结果

	得分	评级
1	200~400	1 星
2	400~500	2 星
3	600~700	3 星
4	700~800	4 星
5	800~1000	5 星

• 碳信息披露项目（CDP）

- 描述：CDP 开发了一系列方法学和工具帮助投资者、企业、城市或者区域来管理其供应链的潜在环境影响（包括森林砍伐、水、气候变化）。评估结果以分数表示，并形成年度发布。CDP 根据用户就其森林砍伐、水、和气候变化相关问卷的答案，从四个方面（披露、意识、管理和领导力）进行评分。其中大多数问题可以通过选择 CDP 提供的选项之一进行回答，同时有部分开放性问題。得分为 A、B、C、D 四级，其中 A 级为最佳。因此，最佳评级是 AAA。但是，各企业至少要达到 C 级和 D 级的分数要求后，才能升至 A 级和 B 级。标准的权重因行业而异。



- 开发者：CDP。

• 绿色供应链 CITI 指数



➤ 描述：

绿色供应链 CITI 指数主要采用政府公开的监管信息和品牌公开披露的信息，动态评价品牌在供应链环境管理，特别是环境合规、节能减排和信息披露等方面的表现。该指数分为五类指标，包括沟通与透明、合规性和整改行动、延伸绿色供应链、节能减排，推动公共绿色选择。自 2014 年以来，公众环境研究中心（IPE）每年发布 CITI 年度评价报告。

➤ 开发者：公众环境研究中心。

Rankings by Overall Score				Rankings by Sub-scores for Specific Criteria								CITI MASTER		All Industries	
Rank	Brand	Industry	Total Score	Responsiveness and Transparency		Compliance and Corrective Actions		Extend Green Supply Chain Practices					Energy Conservation and Emissions Reduction		Promote Public Green Choice
				Respond to Enquiries and Engage	Promote Supply Chain Transparency	Establish Screening Mechanism	Push Suppliers to Take Corrective Actions	Responsible management of chemical and raw material suppliers	Responsible management of wastewater	Responsible management of solid waste	Responsible management of logistic supplier	Supplier self-management	Push suppliers to disclose energy and climate data	Push suppliers to disclose pollutant release and transfer data	Direct the public attention to the environmental performance of Chinese suppliers
What information does the brand provide to the public about its supply chain in China, and how accessible is this information?															
0 Not disclosed a list of its suppliers in China															
2 Updates published list of its suppliers in China at least annually															
4 Updates list of its suppliers in China at least annually, including higher environmental impact suppliers															
6 Publicly discloses supply chain environmental information in the form of a map															
8 Pushes suppliers disclosed on the map to track their own environmental compliance performance															
1	De							8	10	10	4	10	12	12	8
2	C&							7	2.4	5.25	3	8.5	8.4	8	3
3	Lev							6.5	5.6	2.1	3	8.5	7.68	7	4
4	Cisco	IT	69.67	6	6	9.5	12	7.5	5.6	2.25	2	8.5	7.56	8	1
		Textile													
5	Primark	Leather & PU	68.87	6	7	9.5	9	5	4.55	1.8	2.5	8	5.52	8	2
		Textile													



参考文献

- [1] “FAOSTAT.” 2012. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). <http://faostat.fao.org/>. Accessed February 12, 2019.
- [2] Alkama, R. and A. Cescatti. 2016. “Biophysical climate impacts of recent changes in global forest cover”. *Science* 351, 600–604.
- [3] Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Raes, M. Smith, and others. 1998. “Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements.” FAO Irrigation and Drainage Paper 56.
- [4] CCICED. 2020. *Global Green Value Chains: Greening China’s “Soft Commodity” Value Chains*. CCICED Special Policy Study Report. Beijing: China Council for International Cooperation on Environment and Development (CCICED).
- [5] Doorenbos, J., and W. Pruitt. 1977. “Crop Water Requirements.” Irrigation and Drainage Paper No. 24. Rome: FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations).
- [6] Hansen, M. C., P. V. Potapov, R. Moore, M. Hancher, S. A. Turubanova, A. Tyukavina, D. Thau, S. V. Stehman, S. J. Goetz, T. R. Loveland, A. Kommareddy, A. Egorov, L. Chini, C. O. Justice, and J. R. G. Townshend. 2013. “High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change.” *Science* 342 (15 November): 850–53. Data available on-line from: <http://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest>.
- [7] Hanson, C., J. Ranganathan, C. Iceland, and J. Finisdore. 2012. *The Corporate Ecosystem Services Review: Guidelines for Identifying Business Risks & Opportunities Arising from Ecosystem Change*. Washington, DC: World Resources Institute.
- [8] Hanson, R.K. C., and N. Henninger. 2014. Indicators of Sustainable Agriculture: A Scoping Analysis. Working Paper. Washington, DC: World Resources Institute.
- [9] Harris, N., E. D. Goldman, and S. Gibbes. 2019. “Spatial Database of Planted Trees (SDPT Version 1.0)”. Washington, DC: World Resources Institute.
- [10] Haupt, F., C. Streck, H. Bakhtary, K. Behm, A. Kroeger, I. Schulte. 2018. “Zero-Deforestation Commodity Supply Chains by 2020: Are We on Track.” The Prince of Wales’ International Sustainability Unit. <https://climatefocus.com/sites/default/files/20180123%20Supply%20Chain%20Efforts%20-%20Are%20We%20On%20Track.pdf.pdf>.
- [11] Kaufmann, D., A. Kraay, and M. Mastruzzi. 2010. “The Worldwide Governance Indicators: Methodology and Analytical Issues”. Policy Research Working Paper No. 5430. World Bank.
- [12] Kissinger, G., M. Herold, and V. De Sy. 2012. *Drivers of Deforestation and Forest Degradation: A Synthesis Report for REDD + Policymakers*. Vancouver Canada: Lexeme Consulting.
- [13] Lehner, B., and G. Grill. 2013. “Global river hydrography and network routing: baseline data and new approaches to study the world’s large river systems.” *Hydrological Processes*, 27(15): 2171–2186. Data is available at www.hydrosheds.org.
- [14] Millennium Ecosystem Assessment. 2005. “Millennium Ecosystem Assessment.” 2005. <https://www.millenniumassessment.org/en/Condition.html>.



- [15]Portmann, F.T., S. Siebert, and P. Döll. 2010. "MIRCA2000-Global Monthly Irrigated and Rainfed Crop Areas around the Year 2000: A New High-Resolution Data Set for Agricultural and Hydrological Modeling: MONTHLY IRRIGATED AND RAINFED CROP AREAS." *Global Biogeochemical Cycles* 24 (1): n/a-n/a.doi:10.1029/2008GB003435.
- [16]Potapov, P., M. C. Hansen, L. Laestadius, S. Turubanova, A. Yaroshenko, C. Thies, W. Smith, I. Zhuravleva, A. Komarova, S. Minnemeyer, and E. Esipova. 2017. "The last frontiers of wilderness: Tracking loss of intact forest landscapes from 2000 to 2016." *Science Advances* 3: e1600821.
- [17]Searchinger, T., R. Waite, C. Hanson, and J. Ranganathan. 2019. *Creating a Sustainable Food Future*. Full World Resources Report published in collaboration with the World Bank, UNDP, UNEP, INRA, and CIRAD. Washington, DC: World Resources Institute.
- [18]Siebert, S., and P. Döll. 2010. "Quantifying Blue and Green Virtual Water Contents in Global Crop Production as Well as Potential Production Losses without Irrigation." *Journal of Hydrology* 384 (3–4): 198–217. doi:10.1016/j.jhydrol.2009.07.031.
- [19]TFA (Tropical Forest Alliance) 2020. 2018. "TFA 2020 Annual Report 2018." <https://www.tfa2020.org/en/annual/report-2018/>
- [20]The Economist. 2020. (Dataset.) *Food Sustainability Index*. Barilla Foundation and Economist Intelligence Unit. Accessed November 25, 2020. <https://foodsustainability.eiu.com/country-profile/ar/>
- [21]Turubanova, S., P.V. Potapov, A. Tyukavina, and M.C. Hansen. 2018. "Ongoing Primary Forest Loss in Brazil, Democratic Republic of the Congo, and Indonesia". *Environmental Research Letters*, 13(7), p.074028.
- [22]UNDP. 2019. *Human Development Report 2019*. <http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2019.pdf>
- [23]UNEP. 2017. "Environmental Crime – Tackling the Greatest Threats to Our Planet." Our Planet, March. <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/20259/Our%20Planet%20March%202017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [24]UNFCCC. 2018. *Yearbook of Global Climate Action 2018*. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/GCA_Yearbook2018.pdf
- [25]Wada, Y., L.P.H. van Beek, and M.F.P. Bierkens. 2011. "Modelling Global Water Stress of the Recent Past: On the Relative Importance of Trends in Water Demand and Climate Variability." *Hydrology and Earth System Sciences* 15 (12): 3785–808. doi:10.5194/hess-15-3785-2011.
- [26]Weedon, G.P., G. Balsamo, N. Bellouin, S. Gomes, M.J. Best, and P. Viterbo. 2014. "The WFDEI Meteorological Forcing Data Set: WATCH Forcing Data Methodology Applied to ERA-Interim Reanalysis Data." *Water Resources Research* 50 (9): 7505–14.
- [27]WRI (World Resources Institute). 2020. "Aqueduct," November 25. <https://www.wri.org/aqueduct>