

服装产业经济学丛书

服装全生命周期碳足迹

◎ 郭燕 陈丽华 郝淑丽 卢安 等 / 编著



人民 出 版 社

服装产业经济学丛书

服装全生命周期碳足迹

◎ 郭燕 陈丽华 郝淑丽 卢安 等 / 编著



人民出版社

策划编辑:郑海燕

封面设计:徐 晖

责任校对:吕 飞

图书在版编目(CIP)数据

服装全生命周期碳足迹/郭燕等编著. -北京:人民出版社,2013.11
ISBN 978-7-01-012766-8

I. ①服… II. ①郭… III. ①服装工业-生产流程-二氧化碳-
废气排放量-研究 IV. ①F407.866.2②X791

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第261041号

服装全生命周期碳足迹

FUZHUANG QUAN SHENGMING ZHOUQI TAN ZUJI

郭 燕 等 编 著

人 民 出 版 社 出版发行
(100706 北京市东城区隆福寺街99号)

北京龙之冉印务有限公司印刷 新华书店经销

2013年11月第1版 2013年11月北京第1次印刷

开本:710毫米×1000毫米 1/16 印张:12.5

字数:180千字

ISBN 978-7-01-012766-8 定价:30.00元

邮购地址 100706 北京市东城区隆福寺街99号
人民东方图书销售中心 电话 (010)65250042 65289539

版权所有·侵权必究

凡购买本社图书,如有印制质量问题,我社负责调换。

服务电话:(010)65250042

北京市属高等学校人才强教计划资助项目
2009年北京市优秀教学团队“国际经济与贸易”教学团队成果

北京市教育委员会2012年度社科计划重点项目
“服装碳足迹国际评估方法及应用研究”成果

序

当看了以郭燕教授为首的学术研究团队写出的《服装全生命周期碳足迹》这本书,不管之前懂不懂低碳,明不明白服装全生命周期与碳足迹之间的关系,也许都会有豁然开朗的感觉。

衣食住行的首项“衣”与人人有关。谁能想到,“衣”的背后却隐含着深奥的“全生命周期碳足迹”问题。衣服在原料、制造、销售、消费、废弃、再利用等看似平凡的每个环节,或多或少都在进行温室气体排放,使穿着、装饰于人类的服装也成了影响自然环境的一个碳耗用源。借用哲学的方式解释叫“异化”。这就是说,造福于人类的服装也会给人类生存环境带来“气候变暖”的负面影响,如果缺乏自觉的环境资源意识和行动,不去强调人类必须改变无休止地使用地球资源、追求物质享受的生活方式,即便是人类生存所必需的产品和服务,终将会走向人类期待的反面而给自身带来不利或风险。

利或者不利在于人为。郭燕教授的研究团队完全摒弃了书斋式的学术演绎,脚踏实地深入研究,大量使用数据和图表,对服装生命周期各环节温室气体排放的碳足迹,分别进行了客观分析与评价,凸显了她们为降低服装对环境产生的影响、减少资源使用可能性的学术责任和行业追求。期待这本书倡导的科学理念、务实路径,能够为我国纺织服装行业推动低碳发展发挥应有作用。

孙淮滨

中国纺织经济研究中心主任、研究员

二〇一三年国庆节于北京

前 言

本书从生命周期角度审视,是为了了解一项产品或服务整个生命周期各阶段降低对环境产生的影响及减少资源使用的可能性。全生命周期是从原料种植、提取阶段开始,到产品制造、分销、消费环节,最终废弃后的再利用、再生资源利用和能源化利用阶段对环境的影响,包括气候变化、能源消耗、水土污染、臭氧、酸雨等。《服装全生命周期碳足迹》一书涉及的服装全生命周期碳足迹主要包括温室气体排放对气候变化的影响的评价。

碳足迹(Carbon Footprint),最早由英国提出。碳足迹评价包括国家、企业(组织)、产品或服务及个人四个层面。产品碳足迹国际评估标准,主要包括:国际标准化组织管理环境生命周期评估 ISO14040/14044(2006);英国 PAS2050:2008 商品和服务生命周期温室气体排放评估规范;日本产品碳足迹评估与标签之一般原则 TSQ0010(2009);产品碳足迹评估的国际标准 ISO14067(2012)等。

服装作为衣、食、住、行之首,服装温室气体排放不容忽视。服装全生命周期的碳排放包括:原材料种植阶段;纺织纤维和面料生产阶段;服装成衣加工阶段;服装运输和销售阶段;服装使用中洗涤和熨烫;服装废弃后的回收和再利用阶段。

2006年英国剑桥大学制造研究所研究报告显示,一件250克重的纯棉T恤在其“一生”中从原料种植,纤维生产、服装加工、运输,最后服装使用被洗涤、烘干、熨烫25次,共计大约排放7千克二氧化碳,是其自身重量的28倍。其中服装使用中直接由消费者洗涤、熨烫造成的

服装全生命周期碳足迹



碳排放量占总量高达 58%。

本书章节顺序安排是依据国际标准化组织的 ISO 14040/44 环境管理生命周期评估标准,对一件服装产品全生命周期各主要环节的温室气体排放的碳足迹分别进行评价。本书对服装产品各环节的温室气体排放数据获取,主要参考已有的国际组织和研究机构发表的研究结果,按照 ISO 14040/44 环境管理生命周期评估标准对服装全生命周期各阶段进行过程图绘制、系统边界的确定、收集数据,进行碳足迹评价。

全书共分八章。第一章产品碳足迹的概念及评估方法;第二章纺织原料种植阶段的碳足迹;第三章服装材料生产阶段的碳足迹;第四章成衣生产阶段的碳足迹;第五章服装运输及销售阶段的碳足迹;第六章服装使用阶段的碳足迹;第七章服装废弃阶段的碳足迹;第八章服装碳标签。

本书具有以下特点:第一,本书从服装全生命周期的视角,深入诠释服装全生命周期各阶段温室气体排放源、排放量的评价,使读者对一件服装从原料到加工,再进入使用和最终被废弃各个阶段碳排放有一个全景式的了解。第二,本书体例新颖,第二章至第七章,均从服装各阶段流程,按照 ISO 14040/44 环境管理生命周期评估标准对该阶段碳足迹进行评价,评价过程规范、评价方法科学、评价结果具有实际指导作用。第三,本书研究内容具有创新性及前瞻性,数据翔实,具有较高的学术价值和参考价值。它将为国内纺织服装行业组织、大专院校的学者和专业人员提供丰富而翔实的信息。

本书由北京服装学院商学院和服装设计与工程学院八名学者通力合作完成。郭燕教授负责全书的体例策划,卢安负责全书的统稿和编辑工作。具体分工如下:第一章杨楠楠;第二章姚蕾;第三章陈丽华;第四章卢安;第五章冯楠;第六章白洁;第七章郭燕;第八章郝淑丽。

本书出版获得“北京市属高等学校人才强教计划资助项目(PHR201007219)”和北京市教育委员会 2012 年度社科计划重点项目“服装碳足迹国际评估方法及应用研究”项目(SZ201210012008)的经

费资助,并作为“2009年北京市优秀教学团队《国际经济与贸易教学团队》”研究成果和“服装碳足迹国际评估方法及应用研究”课题的研究成果之一,予以出版。

全书在写作过程中得到人民出版社的大力协助,特别感谢郑海燕副主任的大力支持。作者查阅和参考了大量有关的图书、报刊资料及网络信息,并根据需要加以引用,在此特予说明,并致以诚挚感谢。

《服装全生命周期碳足迹》一书所涉及的服装碳足迹评价研究,在我国刚刚起步,还有许多理论和实践问题仍在探索中,还需要进一步深入细致的探索。愿本书的出版能对读者和服装界人士有所启迪,具有一定的参考价值。本书如有不妥之处,敬请各位读者批评指正。

郭 燕

2013年5月于北京

目 录

序	1
前 言	1
第一章 产品碳足迹的概念及评估方法	1
第一节 产品碳足迹的概念及生命周期评估	3
第二节 产品碳足迹评估相关标准	6
第三节 产品碳足迹计算步骤及方法	10
第二章 纺织原料种植阶段的碳足迹	20
第一节 纺织原料棉花种植阶段的环境影响	22
第二节 纺织原料棉花种植阶段碳足迹评价	31
第三章 服装材料生产阶段的碳足迹	44
第一节 服装材料生产阶段流程	44
第二节 服装材料生产阶段的碳足迹	55
第四章 成衣生产阶段的碳足迹	67
第一节 成衣生产流程	67
第二节 成衣生产阶段的碳足迹	75

服装全生命周期碳足迹



第五章 服装运输及销售阶段的碳足迹	89
第一节 服装运输及销售阶段流程	89
第二节 服装运输环节的碳足迹核算	93
第三节 服装销售环节的碳足迹核算	102
第六章 服装使用阶段的碳足迹	112
第一节 服装使用阶段流程	112
第二节 服装使用阶段的碳足迹	123
第七章 服装废弃阶段的碳足迹	132
第一节 服装废弃阶段流程	136
第二节 服装产品废弃阶段的碳足迹	140
第三节 废旧纺织品再利用方式比较及案例	144
第八章 服装碳标签应用	166
第一节 碳标签基本概念	166
第二节 主要国家/地区碳标签应用	170
第三节 我国服装碳标签应用建议	182
参考文献	186

第一章 产品碳足迹的概念及 评估方法

“碳足迹”(Carbon Footprint)是用于描述某一特定活动或实体产生温室气体(Greenhouse Gas, GHG)排放量的术语^①,是评估组织和个体的温室气体排放对气候变化影响的直观指标。“足迹”的概念源于“生态足迹”一词,“碳足迹”记录了人类活动在地球上留下的负面“痕迹”——温室气体的排放。

名词解释 1-1 温室气体^②

温室气体是指大气层中自然存在的和由于人类活动产生的能够促成温室效应的气体成分。由于太阳辐射以可见光居多,这些可见光可直接穿透大气层,到达并加热地面,而加热后的地面会发射红外线从而释放热量。1824年法国人让·巴普蒂斯·约瑟夫·傅立叶(Jean Baptiste Joseph Fourier)发表《地球及其表层空间温度概述》的论文,指出因为地球红外线在向太空辐射的过程中被地球周围大气层中的某些气体或化合物吸收,从而使这些红外线不能穿透大气层,导致热量被保留在地面附近的大气中,产生温室效应,最终导致全球

^① BSI, *Guide to PAS2050: How to Assess The Carbon Footprint of Goods and Services*, London: BSI, 2008, p.1.

^② 根据政府间气候变化专门委员会(IPCC)出版物《气候变化 2007》,维基百科及中国温室气体治理网资料整理。

温度普遍上升。温室气体的共同特征就在于它们能够吸收和释放由地球表面、大气层和云层发出的红外线。水蒸气(H_2O)、二氧化碳(CO_2)、氧化亚氮(N_2O)、甲烷(CH_4)和臭氧(O_3)是地球大气中主要的温室气体。其中,水蒸气是最主要的温室气体,其产生的温室效应大约占整体温室效应的60%—70%,其次是二氧化碳(CO_2),大约占26%。由于水蒸气可以凝结成水,因此大气中的水蒸气含量基本稳定,不会出现其他温室气体的累积现象,因此目前讨论温室气体时并不考虑水蒸气。工业革命以来,人类燃烧化石燃料使二氧化碳含量急剧增加,1970—2004年间,二氧化碳的排放增加了大约80%,成为最重要的人为温室气体。农业的发展,饲养牲畜的粪便发酵,污水泄漏,稻田粪肥发酵等活动使大气中甲烷和氧化亚氮的浓度也显著增加。除了地球大气层中原来就存在的温室气体,大气中还有许多完全人为产生的温室气体,如《蒙特利尔议定书》^①所涉及的卤烃和其他含氯和含溴的物质,以及氢氟碳化物(HFCs)、全氟化碳(PFCs)、六氟化硫(SF_6)等。根据《京都议定书》^②附件A,目前主要管控的温室气体为二氧化碳(CO_2)、甲烷(CH_4)、氧化亚氮(N_2O)、氢氟碳化物(HFCs)、全氟化碳(PFCs)及六氟化硫(SF_6)。

① 《蒙特利尔议定书》全称为《蒙特利尔破坏臭氧层物质管制议定书》(Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer),是联合国为了避免工业产品中的氟氯碳化物对地球臭氧层继续造成恶化及损害,承续1985年保护臭氧层维也纳公约的大原则,于1987年9月16日邀请所属26个会员国在加拿大蒙特利尔所签署的环境保护公约。该公约自1989年1月1日起生效。

② 《京都议定书》(Kyoto Protocol)全称为《联合国气候变化框架公约的京都议定书》,是《联合国气候变化框架公约》(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)的补充条款,于1997年在日本京都召开的UNFCCC第三次缔约方大会上通过,其目标是“将大气中的温室气体含量稳定在一个适当的水平,进而防止剧烈的气候变化对人类造成伤害”。《京都议定书》为各国二氧化碳排放量规定了标准,即在2008年至2012年间,全球主要工业国家的工业二氧化碳排放量比1990年的排放量平均要低5.2%。

碳足迹的评估就是指通过一定的方法和程序来衡量和测算温室气体排放量的大小,从而识别温室气体减排机会,降低温室气体排放量。碳足迹的评估可以从国家、企业(组织)、产品或服务及个人四个层面展开,本书重点介绍产品层面的碳足迹评估。

第一节 产品碳足迹的概念及 生命周期评估

一、产品碳足迹的概念

“产品碳足迹”(Product Carbon Footprint, PCF)是指某一产品在其整个生命周期过程中的各种温室气体排放量,包括从原材料到生产(或提供服务)、分销、使用、废弃或再利用等所有生命周期阶段的温室气体排放总量。由于各种温室气体的温室效应有所不同,而二氧化碳是人类活动产生的最主要温室气体^①,因此二氧化碳当量(CO₂ - equivalents, CO₂e)被用来作为度量不同温室气体排放的基本单位。某种温室气体的二氧化碳当量排放等于该气体的质量乘以其全球变暖潜能值(Global Warming Potential, GWP)。一种产品在其生命周期过程中的各种温室气体排放量,即该产品的碳足迹,最终以诸如“100g CO₂-equivalents 或 100g CO₂e”的形式来度量。

评估产品在其整个生命周期内的碳足迹可以有助于企业减少整个供应链上的各种温室气体排放,帮助企业识别节约成本的机会,并使企业在进货、材料、产品设计、制造等决策过程中考虑温室气体排放的影响。产品碳足迹评估还能展示企业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,更好地区分和满足“绿色”

^① 在1970年至2004年期间,CO₂年排放量增加了大约80%,从210亿吨增加到380亿吨,在2004年已占到人为温室气体排放总量的77%(资料来源:IPCC, *Climate Change 2007*, IPCC, 2007, p.36)。

消费者的需求。

名词解释 1-2 全球变暖潜能值

由于辐射特性不同,各种温室气体对全球气候系统产生的变暖影响也各不相同。全球变暖潜能值将单位质量的某种温室气体在给定时间段内辐射强度的影响与等量二氧化碳辐射强度的影响相比较,用以衡量不同温室气体造成全球变暖的相对能力。以二氧化碳为测量其他温室气体辐射影响的基准参照气体,将其全球变暖潜能值设定为 1,其他温室气体的全球变暖潜能值反映的是单位质量该气体相对于单位质量二氧化碳的辐射影响力(对大气的危害程度)。例如,甲烷和氧化亚氮的全球变暖潜能值分别为 25 和 298^①,表明甲烷对气候系统的潜在影响是二氧化碳的 25 倍,而氧化亚氮是二氧化碳的 298 倍。

二、生命周期评估

生命周期评估(Life Cycle Assessment, LCA)是有关全面分析产品在其整个生命周期中的环境影响的方法论,适用于评估包括温室效应在内的所有环境影响。产品碳足迹的评估强调对产品全生命周期的温室气体排放量进行测算,因此以 LCA 为方法论,将产品生命周期的每一个阶段,从原材料获取到生产加工、运输、分销、消费者使用,直至最终废弃或再利用的所有输入和输出及其环境影响均加以识别和量化。

国际标准化组织(ISO)发布的 ISO14040/44 系列标准制定了 LCA

^① 被普遍接受和采用的全球变暖潜能值(GWP)由政府间气候变化专门委员会(IPCC)计算得出,有关各类温室气体的完整数据请参见 IPCC 出版物《气候变化 2007》。

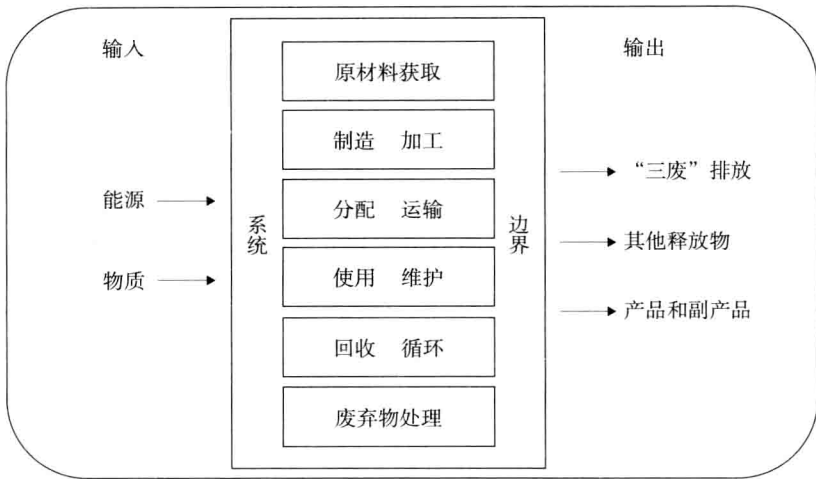


图 1-1 生命周期评估示意图

源消耗、消费等环节相关的可能对环境造成负面影响的供应链全过程纳入考虑,为环境影响评估提供了更为广阔的视角。全生命周期评估的思想有助于企业识别产品整个生命周期过程中环境影响最大的具体阶段,从而提高资源能源的使用效率,同时也有助于企业与供应商和消费者在产品研发和营销等环节开展更为紧密的合作,提升企业的市场地位,改善企业的形象。

第二节 产品碳足迹评估相关标准

为了使碳足迹的评估具有可靠性、一致性和可比较性,国际上制定和发布了有关碳足迹评估的相关标准。这些标准有的是作为依据和基础的方法类标准,如 ISO14040/44 标准,有的是在方法类标准的基础上形成的具体的应用型标准,如适用于组织或项目层面的碳足迹评估的 ISO14064 标准,以及适用于产品层面碳足迹评估的 ISO14067 标准等。

产品碳足迹的评估标准旨在为计算和公布产品整个供应链的温室气体排放提供指导,这些标准主要由大型零售商和一些发达国家及新兴

经济体国家推动实施。依据涉及的利益相关方和开发路径的不同,目前国际上主要的产品碳足迹评估标准可以分为由一国政府支持开发制订的通用标准/方案(Public Schemes),由各国公共和私人机构、企业、非政府组织和学术界共同参与制订的国际标准/方案(International Schemes),以及由独立企业或零售连锁机构开发的主要在组织自身供应链范围内采用的非通用标准/方案(Private Schemes)三类(见表 1-1)。^①

表 1-1 主要的产品碳足迹评估标准

通用标准	英国: PAS2050 产品和服务生命周期温室气体排放评估规范 日本: TSQ0010 产品碳足迹评估和标示通用规则 中国台湾: 产品与服务碳足迹计算指引 韩国: 产品碳足迹指南
国际标准	温室气体议定书: 产品生命周期核算与报告准则(WRI/WBCSD) ISO14067 产品碳足迹——量化与沟通要求和指南(ISO)
非通用标准	法国卡西诺(Casino)集团的碳足迹计算和碳标签计划

一、通用标准/方案

2008 年 10 月,英国标准协会(BSI)、碳基金(Carbon Trust)和英国环境、食品与农村事务部(Defra)联合发布了世界上第一部评估产品生命周期内温室气体排放的规范性文件——《PAS 2050 产品和服务生命周期温室气体排放评估规范》(PAS 2050 Specification for the Assessment of the Life Cycle Greenhouse Gas Emissions of Goods and Services),并附有使用指南,为产品和服务的碳足迹评估提供了一种可供参考的标准化规范。该规范于 2011 年进行了复审,形成了第二版,即 PAS 2050: 2011。2009 年,日本也发布了其产品碳足迹评估标准 TSQ0010,称为

^① UNEP, ITC and ICTSD, *Trade and Environment Briefings: Product Carbon Footprint Standards; Program on Global Economic Policy and Institutions; Policy Brief No. 9*, Geneva: International Centre for Trade and Sustainable Development, 2012, www.ictsd.org.