

DOI: 10.5846/stxb201303120405

白伟荣,王震,吕佳.碳足迹核算的国际标准概述与解析.生态学报,2014,34(24):7486-7493.

Bai W R, Wang Z, Lü J. Summary and analysis of international standards on carbon footprint accounting. Acta Ecologica Sinica, 2014, 34(24): 7486-7493.

碳足迹核算的国际标准概述与解析

白伟荣,王震*,吕佳

(北京林业大学环境科学与工程学院, 北京 100083)

摘要:各种层面上的碳足迹核算在全球气候变化控制领域得到了越来越多的关注。但是,这些关于碳足迹核算的相关国际标准繁多,彼此之间的关系复杂,不利于研究领域和工业界对这些标准进行应用与交流,限制了碳足迹核算的发展进度与深度。对目前已有的国际主要碳足迹核算标准及生命周期评价标准进行了整理,梳理出这些国际标准的一些基本特征,绘制了国际标准之间的关系图;并进一步从生命周期评价步骤的角度出发,解析了各种国际标准在这些阶段上的相关内容,以及每一个阶段上各标准相关规定中的不同特点及逻辑关系。对促进我国碳足迹核算相关研究与实践工作具有一定的理论与现实参考意义。

关键词:生命周期评价;碳足迹核算;国际标准

Summary and analysis of international standards on carbon footprint accounting

BAI Weirong, WANG Zhen*, LÜ Jia

College of Environmental Science and Engineer, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China

Abstract: As the product carbon footprint is becoming the briefest information of environmentally friendly products, enterprises in 12 countries and regions around the world have already been required to implement carbon labeling system in the form of legislation currently. Carbon label, as an identification system of greenhouse gases emissions caused in the life cycle of product or service, will play a significant role in the reduction of carbon emissions. The calculation of product carbon footprint involves a variety of levels, including the national level, the organization level, the product level, and the product carbon footprint has become one of the research hotspots in the field of global climate change control. As to accounting for the carbon footprint, many countries, regions and organizations are gradually developing their own standards, including the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) for the national level, the International Organization for Standardized (ISO) for the corporate and product level, the World Resources Institute (WRI) and the World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) jointly for the corporate and product level, the British Standards Institution (BSI) for the product level, etc. The standards based on Life Cycle Assessment (LCA) are as follows: the ISO released the basic LCA standards, the United Nations Environment Programme (UNEP), the U.S. Department of Energy, the National Renewable Energy Laboratory (U.S) released specific LCA standards about the database construction and the analysis of Life Cycle Inventory. As listed above, there are many relevant international standards on carbon footprint accounting, and the relationships among them are complex. However, due to the wide range of relevant international standards on carbon footprint accounting and the complexity of the relationship among these standards, the application and exchanges of these standards are limited in the research and industrial communities. Therefore, this paper sorts and analyses the international standards on carbon footprint accounting. Firstly, through the review of carbon footprint accounting standards and life cycle assessment standards, the basic characteristics of the relevant international standards were outlined and the relationship

基金项目:国家林业局“948”引进项目(2011-4-79);教育部人文社会科学研究规划基金项目资助(10YJA630159);环境模拟与污染控制国家重点联合实验室专项经费资助项目(12K09ESPCT);中国科学院战略性先导科技专项(XDA05140200)

收稿日期:2013-03-12; **网络出版日期:**2014-03-19

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: wangzhen@bjfu.edu.cn

among the international standards was drawn in a diagram. Then, various international standards' provisions were resolved from the point of view of the contents of the various stages of life cycle assessment framework, and it was specific to each point of the various standards' provisions of the different characteristics and logical relations. Finally, the significance of carbon footprint accounting from different levels, the basic characteristics and the relationship among the relevant international standards and the relevant international standards based on the life cycle phases were analyzed. It is of great significance for providing references in research and practice of carbon footprint accounting, providing methodological support for our carbon footprint accounting, and advancing the research process of carbon footprint accounting in China.

Key Words: life cycle assessment (LCA); carbon footprint accounting; international standards

随着国家与消费者对产品碳足迹信息的需求越来越迫切,目前世界已有 12 个国家和地区立法,要求其企业实行碳标签制度,全球有 1000 多家知名企业将“低碳”作为其供应链的必需,沃尔玛、IBM、宜家等均已要求其供应商提供碳标签^[1-4]。碳标签,作为一种将产品或服务生命周期中造成的温室气体排放量标识出来的体系,对实现企业的碳减排将发挥重要的作用^[5-6]。企业自身对其碳排放盘查的意愿也越来越强烈,2008 年底,沃尔玛提出与 200 家中国顶级供应商工厂合作,到 2012 年提高能效 20%。2011 年 4 月,《Nature Climate Change》发表评论,指出“碳标签的时代已来临 (Time to try carbon labeling)^[7]”。2012 年 1 月《Nature Climate Change》再次鲜明指出,在适应全球“碳约束市场 (Carbon-constrained Market)”的背景下,“产品碳足迹 (Product Carbon Footprints)”的研究对于识别产品生产和消费过程中温室气体 (Greenhouse Gas, GHG) 减排机会非常重要^[8]。对于碳足迹的核算,很多国家、地区与组织已陆续制定和出台了许多的国际标

准。但是,这些碳足迹核算的国际标准繁多,彼此之间的关系复杂,不利于研究领域和工业界对这些标准进行应用。同时,国内的需求与日俱增,国内旨在核算各种产品的碳足迹为目标的工作越来越多,包括政府在制定能源标识与清洁生产政策、各种研究人员研发具体的行业模型、软件等等,都存在与国际接轨的问题。

本文选取国际范围内应用较为广泛的碳足迹核算标准及生命周期评价标准,对其进行整理与解析,便于更好的应用这些国际标准,为我国碳足迹核算提供方法上的支撑依据。

1 国际标准的基本特征

1.1 不同层面碳足迹核算的国际标准

目前应用较广泛的国际标准包括由政府间气候变化专门委员会、英国标准协会及世界资源研究所与世界可持续发展工商理事会发布的一系列标准,这些标准分别应用于国家、企业或组织、产品 3 个不同层面,具体的情况见表 1 所示。

表 1 碳足迹核算相关国际标准
Table 1 International standards on carbon footprint accounting

标准层面 Standard level	标准 Standards	标准名称 Standard names	发布单位 Publishers
产品 Product	PAS2050:2008	产品与服务生命周期温室气体评估规范	英国标准协会
	GHG protocol (2011)	产品生命周期计算与报告标准	世界资源研究所与世界可持续发展工商理事会
	ISO14067 (2012)	产品碳足迹	国际标准化组织
企业或组织 Corporate	ISO14064-1:2006	温室气体-第一部分:组织排放与削减定量、监督及报告规范	国际标准化组织
	GHG protocol (2004)	企业核算与报告准则	世界资源研究所与世界可持续发展工商理事会
国家 National	IPCC 2006	国家温室气体清单指南	政府间气候变化专门委员会

对于产品层面碳足迹核算,国际上广泛运用的标准为: PAS2050:2008^[9]、GHG protocol (2011)^[10]和 ISO14067(2012)^[11]。其中, PAS2050:2008 是第一个产品碳足迹核算标准,已经被世界范围内很多公司所应用,并在 2011 年进行了更新,更新后的版本对产品碳足迹核算提供了更加详细的要求和指导^[12]。GHG Protocol (2011) 在 2010 年的时候已经被 60 个公司进行测试,2011 年正式发布,该标准提供的碳足迹核算相关要求和指导最为详细。ISO14067 (2012) 国际标准草案版在 2012 年 10 月 4 日公布在其官网上,该标准被认为是更具普遍性的标准,提供了最基本的要求和指导。

对于企业或组织及国家层面碳足迹核算常用的

标准有 GHG protocol (2004)^[13-14]、ISO14064- 1: 2006^[15-16] 和 IPCC 2006^[17]。其中, GHG protocol (2004) 针对企业层面碳足迹核算提供了较详细的指导和说明,应用广泛。ISO14064- 1:2006 对组织层面的碳足迹核算提供了一般指导和要求,与 GHG Protocol (2004) 一致。IPCC 2006 从国家的层面进行温室气体排放的盘查,该指导从能源、工业过程和产品使用、农业、林业和其他土地利用、废弃物及其他等分部门核算国家温室气体排放。

1.2 生命周期评价标准在碳足迹核算中的应用

生命周期评价标准是比碳排放核算标准更为基础的一类标准,相关国际标准如表 2 所示。

表 2 生命周期评价相关国际标准
Table 2 International standards on Life Cycle Assessment

标准 Standards	标准名称 Standard names	发布单位 Publishers
ISO14040:2006	国际标准:环境管理-生命周期评价-原则和框架	国际标准化组织
ISO14044:2006	国际标准:环境管理-生命周期评价-要求和指导	国际标准化组织
Global Guidance Principles for LCA Database:2011	全球生命周期数据库指导原则-第二部分:单元过程数据开发	联合国环境规划署
Research Guidelines for LCI	生命周期清单指导研究	美国能源部-美国森林和纸协会
U.S.LCI	美国生命周期清单指导	国家可再生能源实验室

国际标准 ISO14040: 2006^[18] 和 ISO14044: 2006^[19] 提供了生命周期评价基本框架和原则及技术要求,生命周期评价方法的四个阶段就是这一层次的标准中规定的,每个阶段的具体内容有下一层次的诸多标准展开。其中,清单分析阶段是生命周期评价过程最重要的阶段,为该阶段提供单元过程数据收集及计算方法的标准主要有《全球生命周期数据库指导原则》^[20]、《生命周期清单指导研究》^[21]、《美国生命周期清单指导》^[22],上述标准根据不同的研究目标各建立了一套生命周期清单构建程序,其中术语、原则和方法论框架都与 ISO14040/ISO14044 一致。对基于单元过程的数据收集,《全球生命周期数据库指导原则》对数据收集准备、数据收集方法及原始数据到单元过程数据流的转化等作了详细的介绍。同时,每个标准也都有自己的优缺点。例如,《生命周期清单指导研究》规定企业可在设备层次进行单元过程的数据收集,但对数据收集过程没有进一步详细的说明,《美国生命周期清单指导》对基于单元过程进行数据收集的要求与其它标

准是一致的,对数据收集需满足的要求方面较细致,但对数据收集过程说明较少。

1.3 各种国际标准之间的关系

基于以上两类国际标准的特点,绘制国际标准之间的关系图,如图 1 所示。

基于生命周期评价方法的碳足迹核算过程,不同层面的碳足迹核算标准均涉及到了生命周期评价的不同阶段。ISO14040:2006/ISO14044:2006 是生命周期评价基本标准,包括生命周期评价的四个阶段:目的与范围的定义、清单分析、影响评价和结果解释,该标准为碳足迹核算提供了基本原则和指导及碳足迹核算的方法框架。《全球生命周期数据库指导原则》是针对清单分析的专一标准,丰富了生命周期评价的内容,为碳足迹核算过程不同阶段提供了很好的参考方法,尤其是数据收集及计算过程。IPCC 2006 为国家层面温室气体清单的建立提供了基本指导,但标准提供的不同层级的方法学、针对具体部门不同物质类别的碳排放计算方法、排放因子数据库及全球变暖潜能 (Global-warming potential,

GWP)值等是企业或组织层面及产品层面碳足迹核算的重要参考。GHG Protocol (2004)、ISO14064-1:2006 为企业或组织层面内的碳足迹核算提供了具体指导,根据不同的研究目标企业或组织层面碳足迹核算可以达到不同的详细水平,其中与产品层面碳

足迹核算有相关联的地方。PAS2050:2008、GHG Protocol (2011)、ISO14067:2012 为产品层面碳足迹核算提供了详细指导,标准涉及到的产品碳足迹核算方法可供企业或组织层面内产品碳排放核算进行参考。

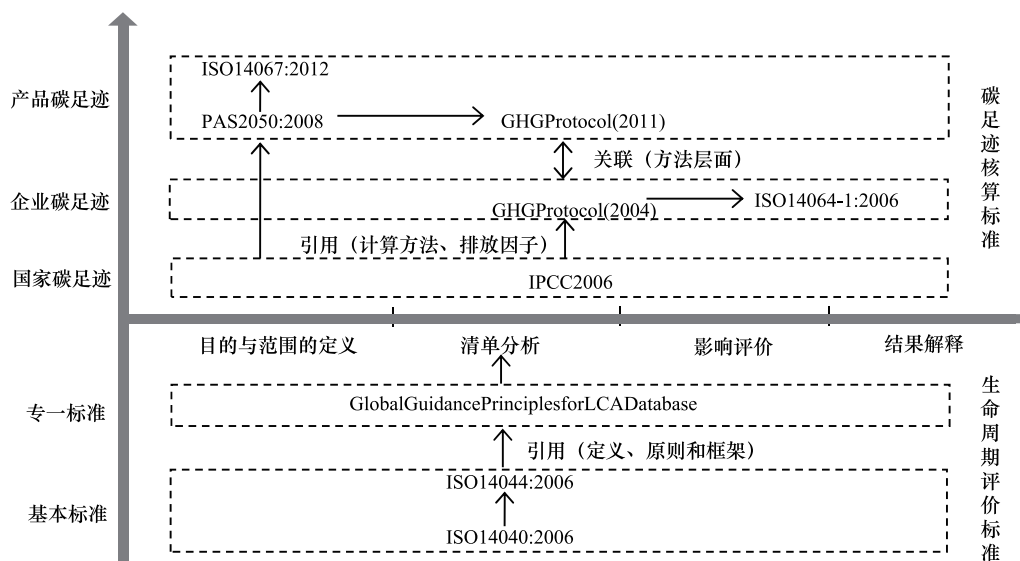


图1 碳足迹核算与生命周期评价标准间的关系

Fig.1 Relationship between international standards on carbon footprint accounting and Life Cycle Assessment

2 基于生命周期分析的国际标准内容解析

总结生命周期评价标准的相关规定,可以将碳足迹核算按照生命周期评价方法分为4个阶段,具体核算流程如图2所示。依据碳足迹核算流程图,进行不同阶段碳足迹核算标准内容的解析。

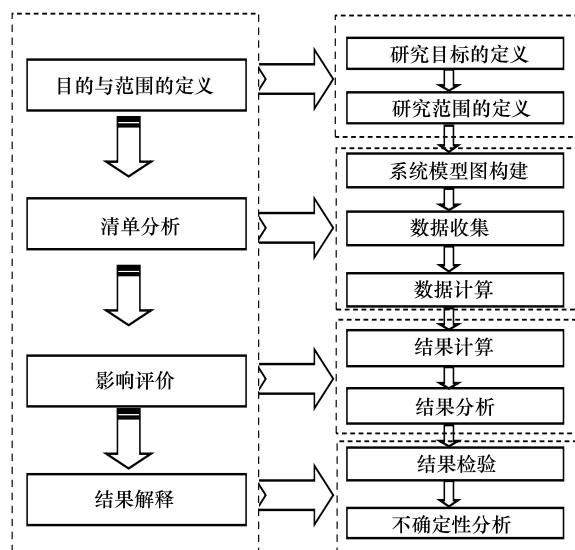


图2 碳足迹核算流程

Fig.2 Steps of carbon footprint accounting

2.1 目的与范围定义阶段

国际标准中关于该阶段的相关规定,在总体原则则是基本一致的。其中,产品层面,相关规定以ISO14040:2006/ISO14044:2006 为准。企业或组织层面,关于研究目标的定义主要从企业或组织的角度进行商业目标的制定,包括管理温室气体风险并减少排放的机会、公开报告并参与自愿性温室气体计划、参与强制性报告计划、参与温室气体市场和认可早期的自愿行动;研究范围主要包括企业组织边界和运营边界的制定。在这些方面 GHG Protocol (2004) 与 ISO14064-1:2006 的规定基本一致。值得一提的是,国家层面,IPCC 2006 是唯一的国际标准,虽然提供了国际认可的方法学,但是对于目的与范围的定义没有具体的相关规定。

另一方面,该阶段国际标准之间也有许多不同点。例如,对于该阶段所涉及的 GHG 种类等具体内容,在不同层面碳足迹核算标准中的相关规定不同,如表3所示。

表 3 国际标准在目的与范围定义阶段规定的主要对比点

Table 3 The specific points of the various standards' provisions in the phase of the definition of goal and scope							
不同层面标准 Standards of different levels		温室气体种类 Greenhouse Gas species	全球变暖 潜能值 Global warming potential values	评价期 Time period	温室气体 排放源 Sources of Greenhouse Gas	排放类型 Emission types	分配方式* Allocation
国家 National	IPCC 2006	60 多种(有 GWP 值);其它(有估算方法);前体物(有相关信息)	IPCC 测定值	估算清单数据年并跟踪长期排放	由人类活动导致的 GHG 排放并分部门报告	未分类	基于国家领土和拥有的管辖权;涉及运输、渔业燃料等具体情况的分配
	企业 Corporate	GHG Protocol (2004)	京都议定书规定的 6 类	未测定	定义基准年并跟踪长期排放	燃烧排放、工艺排放和无组织排放	范围 1、范围 2 和范围 3(基于企业控制权)
产品 Product	ISO14064-1:2006	京都议定书规定的 6 类	引用(IPCC 1996 100 年 GWP)	定义基准年并跟踪长期排放	未具体涉及	直接排放;间接排放	未涉及,可基于企业控制权或股权比例
	PAS2050:2008	IPCC 列出的 60 多种(有 GWP 值)	引用(IPCC 2007, 100 年 GWP)	100 年	化石碳源产生的 GHG 排放;生物碳源产生的非 CO ₂ 排放	未分类	避免分配(单元过程分解或扩大产品系统);经济分配
	GHG Protocol (2011)	京都议定书规定的 6 类	引用(IPCC 2007, 100 年 GWP)	若没有产品相关准则可依据,则选定 100 年	生物碳源;非生物碳源	未分类	避免分配(单元过程分解、重新定义分析单位或扩大产品系统);物理分配;经济分配;其他分配
	ISO14067:2012	京都议定书规定的 6 类	引用(IPCC 2007, 100 年 GWP)	基于产品生命周期期限内	过程 GHG 排放	未分类	避免分配(单元过程分解或扩大产品系统);物理分配;经济分配;再利用循环过程的分配方法

* 分配方式,将过程或产品系统中的输入和输出流划分到所研究的产品系统以及一个或更多的其他产品系统中^[18]

2.2 清单分析阶段

2.2.1 系统模型图构建

系统模型图的构建主要包括系统边界内所包含的过程及过程输入输出的确定。产品层面,PAS2050:2008 对系统边界内涉及的 GHG 排放过程及过程的输入输出作了较详细的规定。GHG Protocol (2011)对于产品生命周期系统模型图的构建作了相关指导,包括与研究产品直接相关的有贡献的单元过程的识别、单元过程组的划分及产品生命周期系统模型图的绘制,有产品生命周期系统模型图构建示例。ISO14067:2012 关于产品系统边界的界定,主要依据 ISO14040:2006 进行了原则层面的相关说明,包括系统边界的界定要与研究目标相

一致和边界内单元过程的选择及单元过程的详细水平取决于研究潜在应用意图及结果目标受众。企业或组织层面,GHG Protocol (2004) 主要进行组织边界和运营边界的确定,组织边界主要根据公司的控制权和股权比例确定研究的过程,运营边界主要将过程的 GHG 排放进行不同范围的分类,ISO14064-1:2006 对于系统边界的确定基本与其一致。国家层面,IPCC 2006 对系统边界的确定是基于不同部门的考虑,在每个部门的 GHG 排放核算中,对 GHG 排放的过程进行了相关说明。对于系统边界内的过程是否全部进行研究,涉及到取舍规则及主要关注过程在不同标准中的规定,具体内容如表 4 所示。

表 4 国际标准中关于系统模型构建的主要对比点

Table 4 The specific points of the various standards' provisions in the step of the definition of the system boundary					
不同层面标准 Standards of different levels		取舍准则* Cut-off criteria	碳存储 Carbon storage	土地利用变化 Land use change	基础设施 Infrastructure
国家 National	IPCC 2006	未涉及	农、林及土地利用部门,涉及木材碳库及土壤碳库	保持土地利用类型及土地利用类型间的转化和在土地管理上所有人为 GHG 排放和清除(提供各种类别的 GHG 计算方法)	未涉及
	GHG Protocol (2004)	基于控制权和股权比例	未涉及	未涉及	未涉及
企业 Corporate	ISO14064-1:2006	基于控制权和股权比例	未涉及	未涉及	未涉及
	PAS2050:2008	对碳足迹达到 1%实质贡献的过程都应包含在内	非生物产品对大气中 CO ₂ 的吸收;产品中有超过 50%的生物碳且保留 1a 以上	因农业活动造成的直接土地利用变化产生的 GHG 排放	不包含在内(存在特殊情况)
	GHG Protocol (2011)	对碳足迹贡献小于 1%的过程可被舍掉	生物源对 CO ₂ 的吸收、产品生产过程对 CO ₂ 的吸收	农业、林业活动和土地利用本身变化产生 GHG 排放(附录提供相应碳排放计算方法)	不包含在内
产品 Product	ISO14067:2012	舍掉的过程对碳足迹累计贡献不能超过 5%	与评价期相关联(单独报告)	若具有重要贡献则包含在内(依据国际标准方法进行核算,如 IPCC 2006)	未具体涉及

* 取舍规则,对与单元过程或产品系统相关的物质和能量流的数量或环境影响重要性程度是否被排除在研究范围之外所做出的规定^[18]

2.2.2 数据收集

产品层面,ISO14040:2006 对于数据收集过程进行了指导层面的一般性说明,包括数据收集需要对单元过程的彻底了解、单元过程输入和输出的定量和定性表述、考虑分配的情况及数据收集来源。ISO14067:2012 引用了 ISO14040:2006 的部分内容。PAS2050:2008 涉及到数据收集的类型及针对不同数据类型的数据收集的基本要求。GHG Protocol (2011)对数据收集步骤、数据收集种类和数据收集类型,进行了较详细的说明。产品层面数据的收集,依据不同的要求一般涉及到现场数据的收集,对于详细的数据收集方法可参考《全球生命周期数据库指导原则》-第二部分:单元过程数据开发。企业或组织层面, GHG Protocol (2004) 和 ISO14064: 2006 对于数据收集提供了一般性指导,对其收集过程没有详细说明。国家层面,IPCC 2006 包括收集和处理现有数据、通过调查或测量活动产生新的数据和调整数据供清单使用;IPCC 2006 提供收集现有数据的主要来源,生产新的数据提供测量计划的一般要素,调整数据主要涉及数据集的漏缺、多个数据来源时数据的合并、区域清单数据的采用。IPCC 2006 还就

排放因子与排放量的直接测量、活动数据的制作或评审活动提供了一般性指导意见,包括专门的文献来源、IPCC 2006 排放因子数据的选用、通过测量获得数据并提供废弃的标准测量方法。对于数据收集阶段所涉及的数据收集类型及数据质量等主要点,各标准对此进行了不同的规定,具体内容如表 5 所示。

2.2.3 数据计算

数据收集完成后,通过数据的计算得到数据清单。产品层面,基于单元过程的数据收集,数据收集完成后要进行基于单位数据流的转化,然后根据已定的功能单位进行数据的汇总。关于产品层面收集数据进行单位数据流的转化,标准《全球生命周期数据库指导原则》——第二部分:单元过程数据开发,提供了相关数据计算方法。企业或组织层面, ISO14064-1:2006 中数据的收集基于不同的设施,设施层次数据收集完成后进行碳排放的量化,然后根据已定的组织边界进行数据的汇总;GHG Protocol (2004)数据收集完成后,有集中法和分散法两种温室气体排放的量化方法,集中法即所有收集数据汇总到公司一级进行总的温室气体排放量的计算,分

散法即各个设施层面单独进行温室气体排放量的计算,然后汇总到公司一级。国家层面,IPCC 2006 数据收集完成后,直接根据选定的量化方法进行温室气体排放量的计算。

表 5 国际标准中关于数据收集阶段的主要对比点
Table 5 The specific points of the various standards' provisions in the step of data collection

不同层面标准 Standards of different levels		数据类型 Data types	数据质量 Data quality	不确定性 Uncertainty
国家 National	IPCC 2006	活动数据;排放因子;不确定性数据	公开出版的数据及代表国家水平的平均数据;排放因子一般采用 IPCC 提供的缺省值	提供不确定性分析的内容和具体分析方法,如蒙特卡罗模拟
企业 Corporate	GHG Protocol (2004)	未分类	公布的排放系数和采购的商业燃料数量(直接温室气体);电表显示的用量和具体供应商、本地电网或其他公布的排放系数(电力直接温室气体);燃料用量或旅客里程等活动数据和公布的或第三方的排放系数(其他间接温室气体)	专家判断法
ISO14064-1:2006	未分类	数据质量与量化方法要求一致(未详细说明)	参考测量不确定度表示指南(GUM),具体未涉及	
产品 Product	PAS2050:2008	初级数据*;次级数据*	初级数据(包括贡献超过 10%的生产过程;若未达到 10%,则需在生产上游找到一个或多个贡献之和达到 10%的过程)	未涉及
	GHG Protocol (2011)	初级数据;次级数据	优选初级数据,无法获取时可采用次级数据	提供不确定分析的内容和相关信息,具体分析方法未说明
	ISO14067:2012	初级数据;次级数据	优选初级数据,无法获取时可采用次级数据	未涉及

* 初级数据,对某个产品生命周期活动的定量测量; * 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^[9]

2.3 影响评价阶段

影响评价阶段以清单分析为基础,进行碳排放量的计算和碳排放特征的分析。

2.3.1 结果计算

不同层面碳排放量的计算方法,一般依据 IPCC 2006。IPCC 2006 提供了碳排放量计算的基本方程:GHG 排放 = AD×EF (AD 为活动数据,EF 为排放因子),即单位碳排放量乘以消耗量。基于基本方程,提供不同方法层级的碳排放计算方法,依据研究目标的不同进行方法层级的选择。方法层级代表方法学复杂程度,通常有 3 个层级,而且层级越高被认为越准确。除基本方程外,IPCC 也考虑了更为复杂的建模方式和其它相关方法,如质量平衡法。GHG Protocol (2004) 和 ISO14064-1:2006 对量化方法的选择均来自于 IPCC 2006。PAS2050:2008、GHG Protocol (2011) 和 ISO14067:2012 主要采用基本方程进行碳排放量的计算,基本方程也是应用最广泛的量化方法。不同种类温室气体排放量计算完成后需依据 GWP 值进行二氧化碳当量单一指标的转化,GWP 值一般选用 IPCC 2006 测定值。

2.3.2 结果分析

碳排放特征的分析主要包括贡献分析和敏感度分析。依据标准 ISO14040:2006/ISO14044:2006,贡献分析可以从以下 3 个方面去分析:能源、原材料及生产过程不同碳排放源的贡献分析;单元过程的贡献分析;单元过程组的贡献分析。敏感度分析可用于确定产品碳排放源贡献的关键类别,主要包括能源、原材料及生产过程不同碳排放源的敏感度分析。敏感度分析还可以结合不确定性分析,用于数据的检验及修正。对于碳排放特征分析的具体实现过程,均可以在生命周期评价软件上进行相关操作,如 SimaPro、GaBi、eBlance (中国)等,软件的发展使得碳足迹的计算将节省更多的时间和精力。

2.4 结果解释阶段

碳足迹核算的最后一个阶段是结果解释。依据标准 ISO14044:2006,结果解释的主要内容包括完整性检查、一致性检查、敏感性检查和不确定性分析,主要是要对数据的质量和结果的可信度进行说明。产品层面,ISO14067:2012 对结果解释相关内容的规定与 ISO14044:2006 一致,PAS2050:2008 和 GHG Protocol (2011)对结果解释内容的相关规定只包括

ISO14044:2006 的部分内容,另外 PAS2050:2008 对结果的检查要有独立的声明,GHG Protocol (2011) 对于不确定性分析的相关规定较详细。企业或组织层面,GHG Protocol (2004) 侧重对企业层面的质量盘查,建立盘查质量管理体系,涉及的方面主要包括数据收集、输入和处理活动、数据记录、计算排放量、核对计算过程等,并进行参数、模型等不确定性分析。国家层面,IPCC 2006 专门介绍了质量保证与质量控制的相关内容,并在不确定性估算中使用质量控制程序,根据质量控制过程提供的相关信息进行不确定度的量化,然后再根据相关方法,如误差传播、蒙特卡罗模拟及两种方法的结合,进行原始数据不确定性、模型不确定性及合并不确定性的分析。IPCC 2006 是其它标准进行数据质量控制及不确定性分析参考的基础,IPCC 2006 提供了进行数据不确定度量化的谱系矩阵及蒙特卡罗模拟方法的详细过程,该方法在 Simapro、GaBi 软件中均被采用。

3 结语

碳足迹核算意义重大,可从其核算的过程和结果找到碳减排的途径,挖掘碳减排的潜力。产品碳排放核算使得企业全面了解自身的温室气体排放状况,在提升能源及物料使用效率降低营运成本的同时挖掘最具有成本有效性的减排机会,提高企业产品的低碳竞争力。产品、企业或组织及国家等不同层面的碳足迹核算,对应对气候变化、保障能源安全、加强环境保护具有重大作用。作为碳减排实践的主要利益相关者和经济主体,中国企业应认清形势,提高低碳发展意识,跟踪碳标准等气候变化政策的发展,加强节能减排能力建设,构建和完善自身温室气体排放核算管理体系,为应对气候变化作出贡献。

对国际标准基本特征的概述有助于我们整体上把握有关碳足迹核算各种标准的特征和类型及各种标准之间的相关关系。不同层面的碳足迹核算,应参考相应的国际标准,并根据研究目标进行不同类别国际标准的选择;不同层面的碳足迹核算,还可依据标准间的相互关系,进行相互的引用和参考。

基于生命周期评价不同阶段国际标准的解析,可以具体到每一个阶段在不同标准中的相关规定及逻辑关系,有助于更深入的了解和应用各种标准。

碳足迹核算只有基于一致的国际标准方法背景,其核算的结果才具有可信度和可比性。

References:

- [1] Muthu S S, Li Y, Hu J Y, Mok P Y. Carbon footprint of shopping (grocery) bags in China, Hong Kong and India. *Atmospheric Environment*, 2011, 45(2): 469-475.
- [2] Yuttitham M, Gheewala S H, Chidthaisong A. Carbon footprint of sugar produced from sugarcane in eastern Thailand. *Journal of Cleaner Production*, 2011, 19(17-18): 2119-2127.
- [3] Fang K, Uhan N, Zhao F, Sutherland J W. A new approach to scheduling in manufacturing for power consumption and carbon footprint reduction. *Journal of Manufacturing Systems*, 2011, 30(4): 234-240.
- [4] Larsen H N, Hertwich E G. Analyzing the carbon footprint from public services provided by counties. *Journal of Cleaner Production*, 2011, 19(17-18): 1975-1981.
- [5] Yu Y J, Wang R, Sun Y W, Liu W J, Zhuang X S. Study on establish carbon label system in China. *China Population, Resources and Environment*, 2010, 20(5): 9-13.
- [6] Yu X D, Dong D H, Zhang X F. Product carbon footprint label and current development status. *Economic Research Guide*, 2010, (19): 182-183.
- [7] Vandenbergh M P, Dietz T, Stern P C. Time to try carbon labelling. *Nature Climate Change*, 2011, 1(1): 4-6.
- [8] Plassmann K. Accounting for carbon removals. *Nature Climate Change*, 2012, 2(1): 4-6.
- [9] BSI. PAS2050: Specification of Project and Service Life Cycle Greenhouse Gas Assessment. 2008.
- [10] WRI, WBCSD. GHG protocol: Product Life Cycle Accounting and reporting Standard. 2011.
- [11] ISO. ISO14067: Carbon footprint of products-Requirements and guidelines for quantification and communication. 2012.
- [12] BSI. PAS2050: Specification of Project and Service Life Cycle Greenhouse Gas Assessment. 2011.
- [13] WRI, WBCSD. GHG protocol: Enterprise Life Cycle Accounting and reporting Standard. 2004.
- [14] WRI, WBCSD. GHG protocol: Project Life Cycle Accounting and reporting Standard. 2011.
- [15] ISO. ISO14064-1: Greenhouse Gases: Specification for the Quantification, monitoring and Reporting of Organization Emissions and Removals. 2006.
- [16] ISO. ISO14065: Greenhouse gases-Requirements for greenhouse gas validation and verification bodies for use in accreditation or other forms of recognition. 2007.
- [17] IPCC. National Greenhouse Gas Inventories. 2006.
- [18] ISO. ISO14040: International Standards: Environmental management-Life cycle assessment-Principles and frameworks. 2006.
- [19] ISO. ISO14044: International Standards: Environmental management-Life cycle assessment-Requirements and guidelines. 2006.
- [20] UNEP. Global Guidance Principles for Life Cycle Assessment Databases: chapter 2: Development of Unit Process Datasets. 2011.
- [21] CORRIM. Research Guidelines for Life Cycle Inventories. 2001. <http://www.corrim.org/pubs/reports/.../CORRIMResProtocols.pdf>.
- [22] NREL; U. S. LCI Database Project Development Guidelines. 2004. <http://www.osti.gov/bridge>.

参考文献:

- [5] 余运俊,王润,孙艳伟,刘文娟,庄小四.建立中国碳标签体系研究. *中国人口·资源与环境*, 2010, 20(5): 9-13.
- [6] 于小迪,董大海,张晓飞.产品碳足迹及其国内外发展现状. *经济研究导刊*, 2010, (19): 182-183.