

# 建筑全生命周期碳足迹评价标准发展历程及趋势研究

张楠<sup>1,2</sup>, 杨柳<sup>1</sup>, 罗智星<sup>1</sup>

(1. 西安建筑科技大学 建筑学院, 陕西 西安 710055; 2. 西安建筑科技大学 文学院, 陕西 西安 710055)

**摘要:** 对国际、国家及地区建筑全生命周期碳足迹评价标准的内容、逻辑关系、发展历程和不足等进行梳理。在解析各标准内容的基础上, 按照环境管理、生命周期评估、温室气体核算和建筑全生命周期碳足迹评价四个层级探讨标准的发展过程; 通过各国国际标准之间、国际标准与国家/地区标准之间的横向和纵向对比, 厘清其逻辑关系; 在此基础上指出现行标准的不足, 为中国制定相关标准提供参考。本文旨在促进标准的理解 and 应用, 推动建筑全生命周期环境效益评估工作的发展, 对中国建筑碳排放政策创新和制度设计具有指导意义。

**关键词:** 建筑; 全生命周期评价; 标准; 碳足迹; 温室气体

中图分类号: X 322

文献标志码: A

文章编号: 1006-7930(2019)04-0569-09

## Carbon emission assessment standards for building life cycle: research status, development and potential trends

ZHANG Nan<sup>1,2</sup>, YANG Liu<sup>1</sup>, LUO Zhixing<sup>1</sup>

(1. School of Architecture, Xi'an Univ. of Arch. & Tech, Xi'an 710055, China;

2. School of Literature, Xi'an Univ. of Arch. & Tech, Xi'an 710055, China)

**Abstract:** This paper reviews the research status, content, development process and logical relations of building's life cycle carbon emission assessment standards. Based on literature research and content analysis, four development hierarchies (including 28 standards in total), i. e., standards on environmental management, life cycle assessment, greenhouse gases emissions calculation and building life cycle carbon emission assessment are proposed to classify the development process. The logical relations between international, national and regional standards (Chinese ones in particular) on building life cycle assessments are cross-contrasted to reveal their logistic relations. On this basis, the paper suggests potential improvement on current standards and reference for China to enact relative standards, thus contributes to the understanding and application of standards, and promotes the assessment of building life cycle environmental impact.

**Key words:** building; life cycle assessment; standards; carbon footprint; greenhouse gases

在全球变暖的背景下, 减少以 CO<sub>2</sub> 为代表的温室气体排放已成为全世界、尤其是中国关注的焦点。建筑业作为碳排放量最大的行业之一, 在其从出生(建材生产)到死亡(拆除及废弃物处理)的全生命周期内碳排放量高达全世界总排放量的 30%~40%<sup>[1]</sup>。在中国, 建筑碳排放占碳排放总量的比例高达 36%, 是减碳的重点领域<sup>[2]</sup>。为了对建筑生命周期碳排放量进行核算和报告, 国际标准组织(ISO)、英国、日本、中国及其他国家和地区制定了一系列的标准。这些标准对综合评估建材生产、建筑施工、维护更新、拆除和废弃物管理的环境负荷、建立标准化的碳排放清单收集、

分析和报告工作体系、加强国际社会各国之间就碳排放核算和减碳工作进行合作和交流具有积极的指导意义; 在促进各国及各行业明确减碳热点的基础上, 通过制度和技术创新、产业转型、新能源开发等多种手段来达到经济社会发展和生态环保双赢的发展状态、实现减缓气候变化的目标。但由于这些标准数量类型繁多, 关系复杂, 核算的系统边界和功能单位各异, 核算结果准确性和可比性有待验证。此外, 随着中国建筑生命周期碳足迹评价工作增多, 政策和技术方面需要与国际接轨。因此, 本文在梳理国际及各国家/地区建筑全生命周期标准的基础上, 延续并发展其主要

收稿日期: 2018-11-18

修改稿日期: 2019-06-17

基金项目: 中国博士后科学基金项目(2017M613086); 陕西省社会科学界重大理论与现实问题研究项目(2018Z040)

第一作者: 张楠(1986—), 女, 博士生, 讲师, 主要研究绿色建筑及建筑英语. E-mail: zju\_zn@163.com

通信作者: 罗智星(1984—), 男, 博士, 副教授, 主要研究建筑碳足迹. E-mail: 726934617@qq.com

原则和精神,为构建适合中国国情的建筑碳排放标准体系提供参考。

国际生命周期评价标准研究主要涉及碳足迹核算标准和生命周期评价标准,尽管生命周期评价被广泛应用于建筑碳排放领域<sup>[3]</sup>,但是目前尚无对建筑生命周期碳足迹评价国际标准进行综述的文献。现有的研究内容主要涵盖三个方面:①标准内容解析<sup>[4-9]</sup>;②标准间对比研究<sup>[10-16]</sup>;③标准的应用<sup>[17-23]</sup>。其中标准内容研究包括标准基本内容介绍<sup>[4-8]</sup>、修订及影响研究<sup>[9-16]</sup>,涉及的标准有 ISO 14020、ISO 14025、ISO 14067、ISO 14064 和 PAS 2050;标准的应用研究包括标准对各国温室气体评估工作的指导作用<sup>[17-18]</sup>、标准应用于特定产品的案例研究<sup>[19-22]</sup>和生命周期评估数据库及软件的开发<sup>[23]</sup>。标准间对比的研究居多,现有研究普遍从核算标准和生命周期评价标准两方面展开,并侧重碳排放核算,将标准按照对象划分为国家、企业或组织和产品三类(见表 1)。

表 1 国际、国家及地区主要建筑全生命周期碳足迹评价标准

Tab. 1 Profile of main life cycle assessment standards

标准层面	标准名称
产品	GHGprotocol《产品生命周期计算与报告标准》
	ISO 14067《产品碳足迹》
	PAS2050《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》
企业或组织	GHGprotocol《企业核算与报告准则》
	ISO 14064-1《温室气体 第一部分:组织排放与削减定量、监督及报告规范》
	ISO 14064-2《温室气体 第二部分:项目的温室气体排放和削减的量化、监测和报告规范》
	ISO 14064-3《温室气体 第三部分:温室气体声明验证和确认指导规范》
国家	IPCC 2006《国家温室气体清单指南》

为了促进建筑全生命周期碳足迹评估工作的进一步完善和发展,按照对象的分类方法有待改进。首先,该方法在纵向上切断了标准的继承性,与建筑相关的生命周期评估标准并不局限于表 1 中的标准,例如,早在 1990—2000 年间出台的 ISO 14020 系列环境标志标准提出了使用包括建筑在内的第Ⅲ类产品环境标志的原则和量化产品环境信息的参数,在针对建筑的生命周期评估标准(如 ISO 21930)出台之前,环境标志标准与 ISO 14040

系列生命周期评估标准结合起来,为各国进行建筑生命周期环境负荷管理和评估实践提供指导。其次,该方法对标准的横向划分过于笼统。环境标志标准和生命周期评估标准之间互为指导,并以 IPCC2006 为碳足迹因子的主要来源,以温室气体清单核算标准为方法,以产品碳足迹标准为原则,各标准之间的逻辑关系需要基于标准内容进行对比分析才能得以展现,因此,以研究对象来划分标准的方法边界模糊,不利用理解和应用。

为此,本文立足建筑生命周期碳足迹评价国际标准,追溯其发展演变过程,在文献梳理的基础上,分析国际上主要生命周期评价标准的内容,以环境管理、生命周期评估、温室气体清单分析和建筑全生命周期评价等四个层级来展示建筑生命周期评价工作的原则框架和发展脉络,通过横向和纵向对比来诠释各标准间的交叉关系,以促进标准的理解和应用,为建筑生命周期碳足迹核算提供国际统一的技术方法支持,同时为中国制定相关标准提供参考。

## 1 建筑生命周期碳足迹评价标准内容解析

### 1.1 发展层级解析

国际建筑全生命周期碳足迹评价标准体系包括 28 个相关标准,经历了近 20 年的发展历程。根据标准间的逻辑关系可分为环境标志、生命周期评估、温室气体核算和建筑生命周期碳足迹评价四个层级,各层级之间的关系如图 1 所示(图中单向箭头表示发展过程,双向箭头表示互为指导关系)。

### 1.2 “环境标志”国际标准

“环境标志”标准(即 ISO 14020 系列:ISO 14020-2000、ISO 14021-2016、ISO 14024-1999、ISO 14025-2006 和 ISO 14027-2017)由国际标准组织环境管理技术委员会环境标志分委会(TC 207/SC 3)编制,通过标准化的流程、颁发环境标志来提供产品生命周期环境负荷信息,购买方基于环境考虑选择持有“环境标志”的产品或服务,促使供方改进产品环境因素,减少环境压力。

以 ISO 14020 提出的环境管理和声明的 9 项通用原则为纲领,ISO 14024、ISO 14021 和 ISO 14025 分别规定了制定和使用 I 型、II 型、III 型环境标志的原则和要求。I 型环境标志是自愿的、基于多准则的独立第三方认证计划,以产品各阶段环境的输入输出矩阵进行定性的生命周期评价。

Ⅱ型环境标志建立在制造商和零售商自我声明的基础上,虽然“不要求进行生命周期评价”,但是“必须考虑到产品生命周期中所有相关因素”。由于Ⅰ型和Ⅱ型标志均未将产品的环境信息完全公告,Ⅲ型环境标志依据 ISO 14040 系列进行生命

周期评价,利用一系列参数来量化产品信息,反映产品全生命周期的主要影响;同时,ISO 14025 首次提出了产品类别规则的制定流程,后期逐步发展成为建筑生命周期评估系统边界的界定依据。

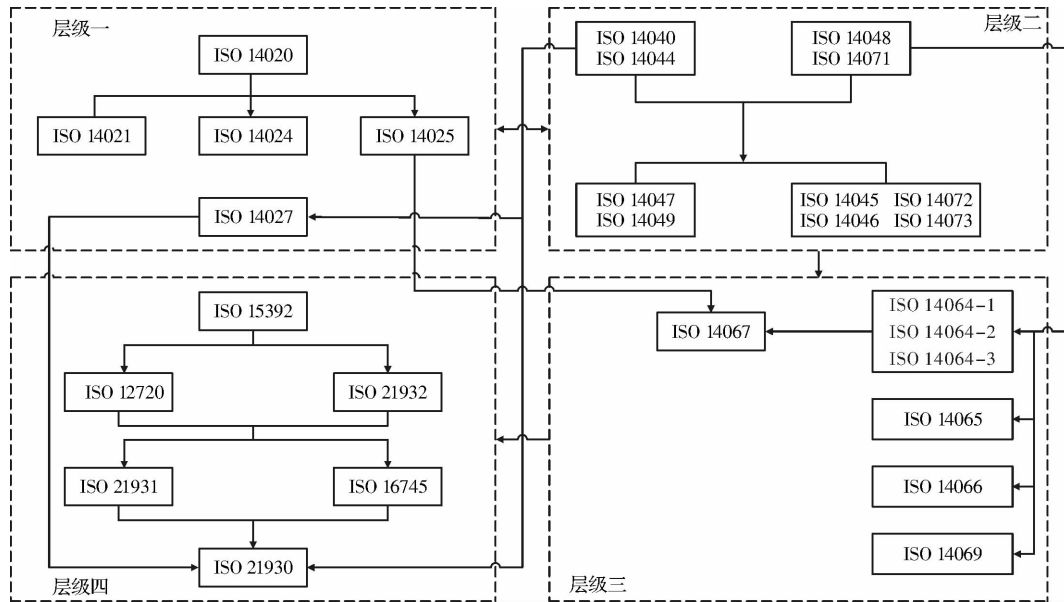


图1 建筑全生命周期评价标准关系图

Fig.1 Schematic diagram of building life cycle assessment standards

图2展示了第一发展层级中各标准的逻辑关系。随着ISO 14025、ISO 14046、ISO 14067的发布,第三类环境标志被广泛应用于碳足迹的信息交流中,国际上亟待出台一系列产品类别规则来确保特定产品环境负荷的评估基于统一的标准。因此,ISO 14027 延承 ISO 14025 第三类环境标志的原则,以生命周期评价为框架,以温室气体标准为量化方法,规定了产品类别规则的制定、评审和更新要求,提高产品在国际市场的可比性。这些标准虽然关注宏观产品层面,但是已经应用于建筑产品的环境负荷评估实践之中。

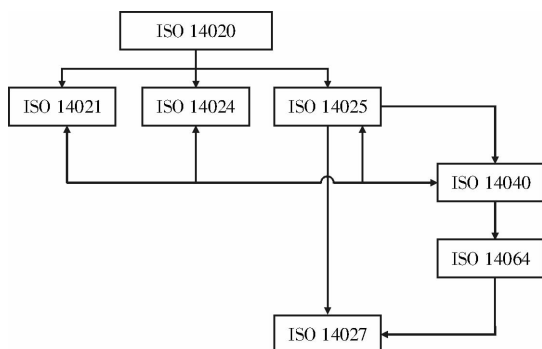


图2 环境标志国际标准关系图(层级一)

Fig.2 Schematic diagram of environmental label standards(hierarchy 1)

### 1.3 “生命周期评价”国际标准

在环境标志标准的指导下,产品的环境负荷信息由宣告者或第三方进行验证,为了实现环境管理的标准化,生命周期评估的程序和方法应运而生。第二层级的“生命周期评价”标准(即ISO 14040 系列:ISO 14040-2006、ISO 14044-2004、ISO 14048-2002、ISO 14071-2014、ISO 14047-2012、ISO 14049-2012、ISO 14045-2012、ISO 14072-2014、ISO 14073-2017)由国际标准组织环境管理技术委员会生命周期评估分委会(TC 207/SC 5)编制。

基于“环境方针”应体现生命周期思想的思路,ISO 14040 和 ISO 14044 提出了生命周期评价的原则、阶段、主要特征,介绍了方法学框架、生命周期清单分析、生命周期解释、报告、鉴定性评审的原则、方法、程序和要求。此外,ISO 14048、ISO 14071 分别介绍了生命周期评价文件编制格式和评审程序,ISO 14047 和 ISO 14049 是生命周期评估方法的应用范例:进行影响评估、目的和范围界定及清单分析;生命周期理论指导下的实践包括ISO 14045 对产品体系生态效率的评估、ISO 14072 对组织生命周期的评估及ISO 14046 和 ISO 14073 对水足迹的评估和应用范例。

图 3 展示了建筑生命周期碳足迹评价标准第二发展层级中各标准的逻辑关系, 以及该层级与其它层级之间的相互指导关系。具体而言, 生命周期评价标准(层级二)可以应用于环境标志(层级一)的声明和验证, 以及基于产品类别规则的环境信息交流。此外, 温室气体排放是生命周期评估的主要影响类别之一, 在其核算标准—ISO 14064

系列(层级三)中对温室气体排放和清除的量化、监测和报告, 以及温室气体声明的审定和核查工作均以生命周期评估为基本工具, 而温室气体的核算方法也广泛应用于层级二的清单分析中。生命周期评估也是贯穿可持续性评价的主线, 是层级四—ISO 15392 指导下的建筑全生命周期评价标准的指导方法。

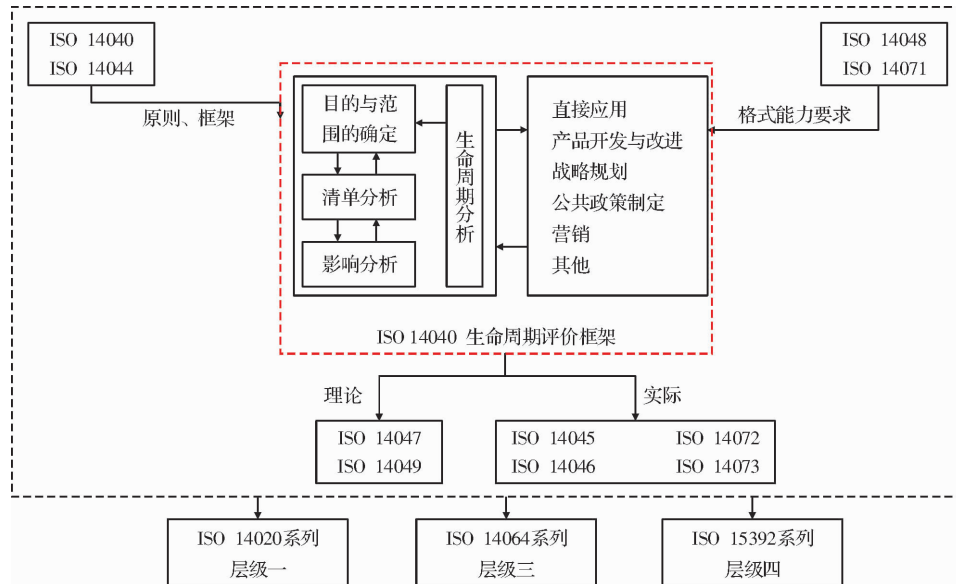


图 3 生命周期评价国际标准关系图(层级二)

Fig. 3 Schematic diagram of life cycle assessment standards(hierarchy 2)

#### 1.4 “温室气体核算”国际标准

全生命周期理论是对研究对象环境影响的全方位评价, 其中环境负荷比重最大的是温室气体(GHG)。因此, 本文把 GHG 核算作为建筑全生命周期评价标准的第三个层级。ISO 14064 系列标准为组织量化、报告 GHG 排放提供了程序方法, 其中 ISO 14064-1 从组织层次上对 GHG 排放和清除进行量化和报告的原则和要求。ISO 14064-2 讨论旨在减少 GHG 排放量或加快 GHG 清除速度的 GHG 项目(包括确定基线和与基线相关的检测、量化和报告项目绩效的原则与要求)。ISO 14064-3 提出了实施和管理 GHG 声明审定与核查的原则和要求。ISO 14065 和 ISO 14066 分别规定了从事温室气体确认和验证机构的认可规范及能力要求。ISO 14069 是 ISO 14064-1 组织温室气体的量化和报告原则的应用示例。

2013 年 5 月发布的 ISO 14067, 以 LCA 标准和 ISO 14020 系列为纲领, 旨在为产品全生命周期碳排放的量化、报告和交流制定更确切的要求, 提供清晰和具有一致性的表述方式, 成为全生命周期温室气体的计算和报告的国际通用标准。第

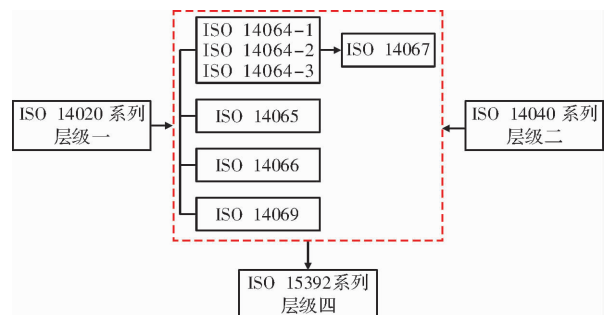


图 4 温室气体国际标准关系图(层级三)

Fig. 4 Schematic diagram of greenhouse gases standards (hierarchy 3)

三层级标准是贯穿建筑生命周期评估的核算标准, 对第四层级的碳足迹评估有极强的指导意义。

#### 1.5 建筑全生命周期评价的国际标准

上述前三个层级分别为建筑全生命周期评价标准的制定提供了宏观理论指导、方法步骤和应用范例, 但它们主要是产品与组织的碳排放国际标准, 建筑物并非标准化、大量生产的产品, 因此, 建筑全生命周期评价必须基于特定的标准来进行。

本着环境管理的精神, 依据生命周期的原则,

ISO 房屋建筑可持续委员会编撰了一系列建筑可持续发展标准。其中的纲领性标准是 ISO 15392-2008,提出了建筑工程可持续性的总则及其在经济、社会和环境方面的应用。ISO 12720-2013 介绍了 ISO15392 原则的应用。ISO 21932-2009 是建筑和土木工程可持续性的术语规范。在方法论方面,ISO 21929-1-2011 建立了一系列核心指标用于评估建筑在生命周期内的可持续性。这一组核心指标反映了建筑对经济、环境和社会可持续发展

的贡献。

随着环境问题的日益突出,ISO 开始关注建筑的环境负荷管理。秉承可持续标准的原则和方法,ISO 21931-1 提出了建筑工程环境性能评价框架,基于全生命周期理论,建筑环境性能评估能反映建筑的环境负荷,为不同方案决策过程提供参考:建筑买卖、设计、既有建筑环境性能分析和运行阶段性能提升、改造和更新、拆除和处理进行评估等。

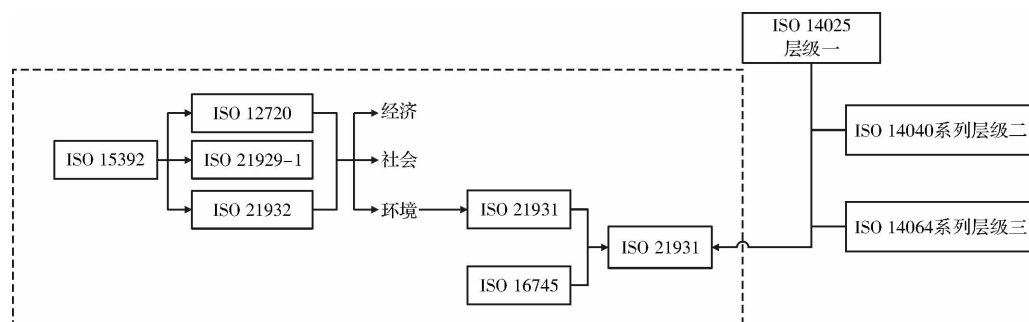


图5 建筑全生命周期评价标准关系图(层级四)

Fig. 5 Schematic diagram of building life cycle standards (hierarchy 4)

建筑碳排放作为建筑环境负荷的主要构成,也引起了ISO的关注。2017年出台了ISO 16745-1建筑环境性能—建筑碳指标构建,包括使用阶段的系统边界、能源使用的碳排放、能源载体的能耗及输出能量,以及碳指标报告和交流的模式。ISO 16745-2是针对既有建筑使用阶段碳指标验证的要求。该套标准构建了基于既有建筑使用阶段的能耗及建筑信息的环境参数,可用于碳排放核算。

建筑全生命周期碳排放的国际标准是在环境宣言、生命周期评估、温室气体和产品全生命周期碳排放标准基础上发展而来的。以ISO 14025第三类环境标识的产品类别规则为基础,ISO 21930《建筑和土木工程的可持续性——建筑产品或服务环境宣言的核心规则》提出建筑产品第三类环境宣告的原则与要求,以及更详细的建筑产品类别规则,即制定建筑全生命周期碳排放产品类别规则与第三类环境宣告EPD的程序。2017年修订后的规范新增了建筑核心体系的产品类别规则和应用建筑产品子类的产品分类规则、技术数据文件编制框架和情境发展原则、更详细的生命周期系统边界、生物成因碳、生物碳汇、碳酸化的核算和报告方式及放射性废弃物的强制报告,是制定建筑产品或服务环境宣言的范本,也是第一部建筑工程专用的产品或服务环境负荷评估细则。

## 2 国家/地区建筑全生命周期评价标准

由于建筑行业的复杂性,一套标准化的建筑全生命周期评价标准的形成参考了各国家和地区的标准,也帮助完善了相关标准,推动国家和地区建筑生命周期碳足迹评价工作的发展。

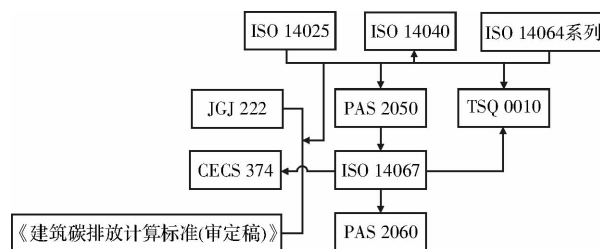


图6 国际标准与国家/地区标准关系

Fig. 6 Schematic diagram of international, national and regional standards

### 2.1 ISO标准与国家/地区建筑全生命周期评价标准的关系

PAS 2050是全球第一部产品碳足迹标准,为产品和服务碳足迹的评估和比较提供了可参考的标准化方法<sup>[1]</sup>。以ISO 14040系列的LCA法为基础,根据ISO 14025的产品种类规则确定产品或服务生命周期阶段和系统边界,从而在产品的设计、生产和供应等过程中寻找减排机会,最终开发出碳足迹较小的产品。目前已有的碳足迹评价案例大部分都是以PAS 2050为评价标准。

日本碳足迹制度的实施标准 TS Q0010 参照了多个国际标准或国际公约<sup>[20]</sup>, 包括 ISO14040 和 ISO14064 系列、《京都议定书》等。该标准与 PAS 2050 的内容和执行步骤基本一致。TS Q0010 强调依据 ISO 14025 产品分类规则对产品进行分类, 并对分类规则进行了完善。在 ISO 14067 正式推出后, 日本表示将会调整国内标准最大限度的与国际标准相一致, 避免因违反 WTO 规则造成的贸易限制。

随着英国、日本等国纷纷出台产品碳足迹评价标准和规范, 不同计算标准建立的产品生命周期环境负荷信息可比性低的问题日益突出, 标准国际化的需求越来越强烈。ISO 14067 应运而生, 它以 PAS2050 为参考标准, 在目的和范围、抵消制度、产品类别规则以及数据质量评定等方面与

其一致; 在原则、系统边界和排放源等方面则有所差异, 但基本都是可协调的; 此外在分配、产品比较和沟通上存在一定的不同。

PAS 2060 在对全生命周期碳排放核算的基础上, 通过碳披露(ISO 14020 系列)和清单分析(ISO 14040 系列), 提出对温室气体排放的量化、还原和补偿来实现和实施碳中和的组织所必须符合的规定, 是环境标识、产品生命周期分析、温室气体量化、全生命周期碳排放核算的最终目的。

## 2.2 中国建筑全生命周期碳足迹评价标准

在 ISO 标准指导下, 中国结合本国国情, 出台了 3 套相关的行业标准: 《建筑工程可持续性评价标准》JGJ/T222-2011、《建筑碳排放计量标准》CECS 214-2014 和《建筑碳排放计算标准》审定稿(表 2)。

表 2 中国建筑全生命周期碳足迹评价标准解析

Tab. 2 Comparison of Chinese building life cycle assessment standards

标准名称	生命周期评估方法	与 ISO 标准的关系	意义
JGJ/T222-2011	“环境影响值”指标	功能单位参照 ISO 14040, 数据质量的要求以 ISO14044 为准	将国际标准运用于中国的第一部针对建筑工程生命周期可持续性定量评价的标准
CECS 214-2014	清单统计法和信息模型法	参考 ISO 14040 系列及 ISO 14064 系列的碳排放核算方法, ISO 14067 的报告方式	提出了两种建筑生命周期评估方法, 可根据建筑的设计建造和运行管理实际情况进行选择
《建筑碳排放计算标准(征求意见稿)》-2017	按生命周期各子阶段的需求、用能终端和燃料类型进行评估	生命周期框架依据 ISO 14040 系列, 核算方法以 ISO 14064 系列为准	规范了建筑碳排放计算方法, 为建筑物参与碳排放交易、碳税、碳配额、碳足迹, 开展国际比对等工作提供技术支持

以上 3 套标准是中国在建筑全生命周期评价工作中与国际接轨的有益探索, 对于中国继续推动建筑节能、量化评价绿色建筑、积极响应低碳建筑与社区、扫清建筑物碳排放技术障碍, 实现建筑领域应对气候变化低碳发展具有重要作用, 为中国未来实行碳排放总量控制、碳交易、碳税收等政策提供技术保障。

## 3 讨论

### 3.1 现有标准存在的问题

建筑全生命周期评价标准经历了四个层级的演变, 已形成了较为完整的核算模型、评估方式和交流范式, 但仍存在以下不足:

(1) 建筑全生命周期核算体系不完善

① 核算缺乏统一的系统边界。ISO21930-2017 将生命周期划分为生产、施工、使用和终止四个

阶段, 各阶段以下又划分了子阶段; ISO14067 指出, 当核算结果需要以报告的形式公开发布时, 应包括全生命周期的所有子阶段; 而 ISO 14044 则指出应该根据研究目的选择相应的阶段。在实际应用过程中, 项目运行者则基于经验及数据可得状况对阶段进行筛选, 导致核算结果可比性低, 降低了评价的客观性<sup>[17]</sup>。

② 缺乏统一的核算模型; 根据 ISO16745-1, 建筑使用阶段的碳排放量可以以建筑能耗(电、油、煤、燃气等)来折算, 也可以根据建筑设备能耗(供暖、空调、生活热水、照明、可再生能源系统等)来折算单位建筑面积的总碳排放量; 此外, 在功能单位的选择上, ISO14049 指出生命周期评价的功能单位界定应体现相关性, 但并没有针对建筑提出推荐使用的功能单位, 实际研究多根据经验进行选择, 导致基于不同的功能单位核算结

果可比性低。

③核算范围不完整。建筑生命周期的环境负荷与其居住者的生活习惯和行为方式密切相关,现有标准仅关注建筑本体,大大低估了其环境负荷。

④生命周期的影响类别未根据气候变化形势进行更新,例如来考察可吸入肺颗粒物对人类健康的影响。例如 ISO 21929 的建筑核心指标只涉及了全球变暖、非可再生资源及淡水消耗、废弃物污染及土地利用改变等五种影响类别。

#### (2)建筑全生命周期评价标准之间关系不明确

一套完善的建筑全生命周期评价标准应当基于对多个标准的提炼和发展,本文把相关标准划分成四个层级,但是层级一和层级二之间的相关性并不高:环境管理的标准在其修订过程中越来越多的考虑生命周期评估的方法和理念,但是生命周期评估标准(ISO 14040 系列)虽然是在环境管理(ISO 14020)和第三类环境标识(ISO 14025)的框架内进行,但标准内容中并未陈述对层级一的参考和引用情况。只有发展脉络清晰的标准体系才有助于其应用和推广。

#### (3)建筑全生命周期核算方法单一

现有标准均采用基于过程的自下而上的方法对建筑的环境负荷进行评估,根据文献,由于基于过程的方法切断供应链,其核算结果远远低于自上而下的投入产出法;而两种方法的结合——混合投入产出法,能够优势互补,使得不同层面的核算结果更准确。

#### (4)碳足迹因子数据匮乏

目前建筑生命周期评价中建材生产、施工、使用维护、拆除各阶段的碳足迹因子均采用 IPCC2006 的缺省值,尽快实现排放因子的区域化是关键。

#### (5)加快制定碳中和标准

建筑全生命周期环境负荷核算的目的是寻找减碳途径,进而实现碳中和。但目前国际标准仅止于核算,或参考英国标准 PAS 2060 来进行碳中和证明。因此,亟待出台统一的国际规范来促进减排战略的实施,并真正减少这些排放量,这才是碳排放核算和报告的最终目的。

#### (6)考虑经济性和环境性

ISO15391-2008 从环境、经济和社会三个方面提出了建筑工程可持续性的原则和方法,但是现有标准无一对减排的经济性提出规定,经济和环境的协调发展是可持续发展的前提。

### 3.2 对中国制定建筑全周期评价标准的建议

#### (1)应对贸易壁垒

##### ①立足实际来应用政策

在充分理解各标准规定的基础上,积极倡导建筑行业在政府的支持下,基于实际情况自主开展碳足迹相关研究工作,以了解自身的环境负荷,明确减排重点和措施,增强低碳能力建设。

##### ②抓住机遇,迎接挑战

借鉴国际标准,在建筑行业进行碳排放试点研究,加快碳排放数据库的建设,为制定国家层面碳足迹标准提供实践依据和数据支撑。同时积极参与国际合作与谈判,争取国家话语权,从制度管理、技术方法和实际操作等方面建立完善的预警机制,做好应对碳关税、碳认证、碳标签等后京都时代国际贸易新壁垒的准备,为碳交易做好准备。

#### (2)尽快完善和制定本国相关标准

中国出台的 2 部建筑碳足迹核算标准(JGJ 222 和 CECS 374)及一个审定稿均侧重碳排放的核算,而没有涉及第三方检验评估机构的要求和程序,也没有形成完善的碳排放监测和统计体系,总体上没有建立像国际建筑全生命周期评价标准一样完善的层级体系,致使其应用难度很大。因此,应尽快跟踪国际标准的修订进度,积极参加其制定工作,尽快将其转化为国标,并以此为基础制定中国相关标准,形成完整的标准体系,为建筑生命周期碳足迹评估奠定基础。

#### (3)重点关注产品分类规则的制定

产品分类规则是环境产品宣言的基础,是所有建筑产品和服务对比的前提条件,因此应该成为建筑全生命周期评价标准的核心任务。目前世界上很多国家都积极地制定产品分类规则,已经完成超过 700 种产品的 PCR,但是建筑产品和服务类 PCR 很少,因此,中国应积极参与国际 PCR 的制定,提升建筑产品的绿色形象和国际形象。

实现低碳化发展是中国经济发展的重要目标,建筑全生命周期评价标准对于核算碳排放、寻找减碳重点、进行碳报告和碳交流有着至关重要的指导意义,是实现可持续发展的关键步骤。

## 4 结语

建筑全生命周期环境负荷是导致全球变暖的主要原因之一,本文从环境标志管理、生命周期评估活动,结合温室气体排放的核算标准和建筑产品及服务的可持续性四个层级来对 ISO 的相关



标准进行梳理;同时分析了国家/地区标准与国际标准之间的关系,并对中国目前建筑生命周期管理标准的发展现状进行解析。这些评估标准全面又有针对性地指导着实践:寻找减碳策略、挖掘减排潜力、降低环境负荷,促进环境、经济和社会的可持续发展。尽管建筑生命周期管理工作在标准的规范作用下得到了长足的发展,但是仍存在一些问题,如核算体系不完善、方法单一、数据匮乏等。在此基础上,本文对中国建筑生命周期碳排放标准的制定提供了一些参考。

对建筑全生命周期环境评价标准的梳理有助于我们从整体上理解标准各层级之间的关系,了解标准的演变过程,把握各标准的侧重点和适用情况,最大限度的发挥标准的规范作用。企业或组织作为建筑全生命周期评估的践行者,可以依据统一的标准计算生命周期温室气体排放量,基于产品类别规则制定具有可比性和可信度的环境产品宣言,寻找环境友好型建筑产品,降低建筑工程的环境负荷。各国政府作为环境政策的决策者,也可以在国际标准的框架下制定和修订适合本国国情的建筑生命周期碳足迹评估标准,加强节能减排能力建设,应对日益恶化的环境问题。

## 参考文献 References

- [1] 林宪德. 建筑碳足迹[M]. 台北:詹氏书局, 2015: 2-3.  
LIN Xiande. Building carbon footprint[M]. Taipei: Chan's Publishing House, 2015: 2-3.
- [2] 宋金昭,郭芯羽,王晓平,等. 中国建筑业碳排放效率区域差异及收敛性分析:基于SBM模型与面板单位根检验[J]. 西安建筑科技大学学报(自然科学版), 2019, 51(2): 301-308.  
SONG Jinzhao, GUO Xinyu, WANG Xiaoping, et al. Regional differences and convergence test of carbon emission efficiency of construction industry in China using SBM model and panel unit root test[J]. J. Xi'an Univ. of Arch. & Tech. (Natural Science Edition), 2019, 51(2): 301-308.
- [3] 祁神军,余洁卿,张云波. 基于SD的公共建筑全生命周期碳排放特性及敏感性仿真:以夏热冬暖地区为实证[J]. 西安建筑科技大学学报(自然科学版), 2016, 48(1): 101-108.  
QI Shenjun, SHE Jieqing, ZHANG Yunbo. Research on life cycle carbon emission and its reduction sensitivity of public building on the basis of system dynamics: a case study in hot summer and warm winter area[J]. J. Xi'an Univ. of Arch. & Tech. (Natural Science Edition), 2016, 48(1): 101-108.
- [4] 黄进. 浅谈相关方在ISO14020环境标志和声明系列标准中的重要地位[J]. 世界标准化与质量管理, 2000(11): 33-34.  
HUANG Jin. The importance of interested parties in ISO14020 series standards of environmental labels and statements[J]. World Standardization and Quality Management, 2000(11): 33-34.
- [5] 黄进. 《ISO14025:2006 III型环境标志原则和程序》国际标准解析[J]. 世界标准化与质量管理, 2008, (12): 37-40.  
HUANG Jin. An analysis on ISO 14025: 2006[J]. World Standardization and Quality Management, 2008(12): 37-40.
- [6] 陈亮,刘玫,黄进. GB/T 24040-2008《环境管理 生命周期评价原则与框架》国家标准解读[J]. 标准科学, 2009(2): 76-80.  
CHEN Liang, LIU Mei, HUANG Jin. Interpretation of GB/T 24040-2008[J]. Standard Science, 2009(2): 76-80.
- [7] 陈亮,陈健华,鲍威,等. 企业温室气体排放核算标准发展现状及政策建议[J]. 中国人口、资源与环境, 2015, 25(S1): 505-507.  
CHEN Liang, ChenJianhua, BAO Wei, et al. Development progress review and policy suggestion on greenhouse gas emission quantification standard[J]. China Population, Resources and Environment, 2016, 26(S), 20-22.
- [8] 杨洋,唐良富. 产品碳足迹国际标准解析与启示[J]. 质量与标准化, 2013(6): 38-41.  
YANG Yang, TANG Liangfu. The analysis and enlightenment of international standards on product carbon footprint[J]. Quality and Standardization, 2013(6): 38-41.
- [9] 陈健华,刘玫,孙亮,等. 组织温室气体排放核算ISO国际标准修订进展及解读[J]. 标准科学, 2015(12): 121-123.  
CHEN Jianhua, LIU Mei, SUN Liang, et al. Revision progress and interpretation of ISO standard on GHG emission quantification in organizational level[J]. Standard Science, 2015(12): 121-123.
- [10] 陈健华,孙亮,陈亮,等. 国内外企业温室气体排放核算标准的比较分析[J]. 气候变化研究进展, 2016, 12(6): 545-553.  
CHEN Jianhua, SUN Liang, CHEN Liang, et al. The comparative analysis on national and international greenhouse gas emission accounting standards for enterprises[J]. Climate Change Research, 2016, 12(6): 545-553.



- [11] WU P, XIA B, WANG X. The contribution of ISO 14067 to the evolution of global greenhouse gas standards: A review[J]. Renewable & Sustainable Energy Reviews, 2015, 47:142-150.
- [12] 白伟荣,王震,吕佳. 碳足迹核算的国际标准概述与解析[J]. 生态学报, 2014, 34(24):7486-7493.  
BAI Weirong, WANG Zhen, LÜ Jia. Summary and analysis of international standards on carbon footprint accounting [J]. Acta Ecologica Sinica, 2014, 34(24): 7486-7493.
- [13] 陈亮,陈健华,鲍威,等. 企业温室气体排放核算标准发展现状 & 政策建议[J]. 中国人口·资源与环境, 2015, 25(S1):505-507.  
CHEN Liang, CHEN Jianhua, BAO Wei, et al. A study on the development of carbon emission accounting standards for enterprises and policy application [J]. China Population, Resources and Environment, 2015, 25(S1):505-507.
- [14] 耿涌,董会娟,郝凤明. 应对气候变化的碳足迹研究综述[J]. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(10):6-12  
GENGYiong, DONG Huijuan, XI Fengming. A review on the study of carbon footprint responding to climate change [J]. China Population, Resources and Environment, 2010, 20(10):6-12.
- [15] 童俊军. 国际温室气体核算标准比较分析[J]. 中国标准导报, 2011(12):13-15.  
TONG Junjun. A comparative analysis on international standards of GHG emission quantification [J]. China Quality and Standards Review, 2011(12):13-15.
- [16] 曹明德,崔金星. 温室气体排放标准的发展特点和法律意义及比较研究[J]. 能源技术经济, 2011, 23(7): 45-50.  
CAO Mingde, CUI Jinxing. Development and legal significance of GHG emission standards- a comparative study [J]. Electric Power Technologic Economics, 2011, 23(7):45-50.
- [17] 刘静. ISO14020 系列国际环境标志标准国家方案研究[D]. 北京: 中国环境科学研究院, 2004.  
LIU Jing. The national scheme research of international environmental labeling standard of ISO 14020[D]. Beijing: Chinese Research Academy of Environmental Sciences, 2004.
- [18] 陈健华,陈亮,林翎,等. 我国企业温室气体排放核算标准的需求分析与建议[J]. 中国标准化, 2013(6):45-47, 61.  
CHEN Jianhua, CHEN Liang, LIN Yu, et al. Demand analysis and suggestion on the GHG emission accounting standards for enterprises in China. China Standardization, 2013(6):45-47, 61.
- [19] 沈鹰. 温室气体排放 ISO14064 标准在中国企业实施推广研究[J]. 煤炭与化工, 2013, 36(8):156-158.  
SHEN Ying. The implementation of ISO 14064 in enterprises in China [J]. Coal and Chemical Industry, 2013, 36(8):156-158.
- [20] 杨楠楠. 日本建立产品碳足迹体系的经验及启示[J]. 中国人口·资源与环境, 2012, 22(S2):161-165.  
YANG Nannan. TSQ0010 and the illuminating experience of establishing carbon footprint system in Japan [J]. China Population, Resources and Environment, 2012, 22(S2):161-165.
- [21] 王晨曦. 产品碳足迹: 后京都时代的新型贸易壁垒[J]. 上海对外经贸大学学报, 2012, 19(4):61-66.  
WANG Chenxi. Journal of Shanghai university of international business and economics [J]. Journal of Shanghai University of International Business and Economics, 2012, 19(4):61-66.
- [22] ROBINSON O J, TEWKESBURY A, KEMP S, et al. Towards a universal carbon footprint standard: A case study of carbon management at universities[J]. Journal of Cleaner Production, 2017
- [23] 李小青,龚先政,聂祚仁,等. 中国材料生命周期评价数据模型及数据库开发[J]. 中国材料进展, 2016, 35(3):171-178, 204.  
LIXiaoqing, GONG Xianzheng, NIE Zuoren, et al. Data model and database development for materials life cycle assessment in China, Materials China, 2016, 35(3):171-178, 204.

(编辑 桂智刚)