

# 大数据时代背景下建筑全生命周期碳排放数据库研究<sup>1</sup>

曾婷<sup>1</sup>, 汤煜<sup>2</sup>

(沈阳建筑大学, 沈阳 110000)

**【摘要】**我国建筑碳排放量一直被高估, 大数据时代, 利用建筑大数据完善碳排放数据库势在必行。通过分析建筑全生命周期5个阶段碳排放源的构成, 研究各碳源碳排放转化机制过程中大数据的应用, 并通过研究国外城市建筑能耗大数据应用案例, 分析我国建立建筑全生命周期碳排放数据库借鉴之处, 最后分析建筑材料生产、运输、建造施工、建筑运营与维护、拆除与再利用五个阶段子数据库的建立搭建建筑全生命周期碳排放数据库。

**【关键词】**节能减排; 碳排放数据库; 建筑全生命周期

## 1 引言

据《Nature》在线发表的一项研究成果表明, “2000年-2013年, 中国碳排放量相比原先被高估了106亿吨二氧化碳<sup>[1]</sup>。”这相当于西方发达国家自1994年以来实际减排量的近百倍。原因是中国碳排放量是西方国家按照国际标准测算, 数值和中国实际有差距。因此, 只有建立中国自己完善的建筑碳排放数据库才能减小测算误差。大数据时代的到来, 各行业已从传统的计算科学发展时代进入数据统计分析利用时代。建筑行业, 在大数据时代, 如何利用建筑大数据建立数据库以较准确计算建筑碳排放量, 实现国家减排目标是当代我们需要探究的课题。

## 2 大数据优势

### 2.1 大数据定义

大数据, 指无法在一定时间范围内用常规软件工具进行捕捉、管理和处理的数据集合, 是需要新处理模式才能具有更强的决策力、洞察发现力和流程优化能力的海量、高增长率和多样化的信息资产<sup>[2]</sup>。

### 2.2 现有建筑碳排放数据库不足

目前, 国内外都有建筑相关数据库, 国内的中国生命周期基础数据库 (CLCD) 是中国本地化的生命周期基础数据库。数据均来自国内各公开、定期发布的国家和行业统计资料以及技术文献, 其中包括中国能源、原材料、运输等500多种大宗生命周期数据, 能耗、水耗、矿石资源消耗、温室气体、酸化、富营养化、可吸入无机物、固体废弃物等环境影响清单数

据, 以及常用特征化因子、中国2005及2010年归一化基准值、节能减排权重因子等<sup>[3]</sup>。CLCD中的各数据代表了中国市场平均水平, 也包含资源消耗以及与节能减排相关的多项指标, 可以为中国本地产品的LCA分析以及节能减排评价提供数据支持, 国外的有: 美国标准参考数据 (SRD)、英国碳排放与能源数据清单数据库 (ICE)、加拿大雅典娜生命周期化算软件 (Athena)、美国经济投入-产出生命周期评价工具 (EIO-LCA)、美国生命周期清单数据库 (NREL) 等。以上数据库存在不足: 数据库中的数据时效性差; 再者, 对建筑物碳排放的计算只考虑了某阶段或某几类建材, 并没有从建筑物全生命周期阶段进行度量, 完整性不足; 最后, 数据大多来源于国外相关统计, 不符合我国建筑业现状, 地域性差。

### 2.3 大数据碳排放应用案例

目前, 全球都在挖掘利用大数据, 并且都通过大数据实现了巨大的社会价值。但是在建筑业还没有明显的应用, 建筑大数据的利用有利于提高建筑领域各行业的创新与发展。

大数据以海量的数据为基础, 研究人员通过发现规律、发现新知识提供方便和新途径, 通过各类数据挖掘算法可以有效挖掘数据背后潜在的信息, 例如发现不同类型建筑用能规律的区别、同一建筑不同设备用能规律的区别, 从而可以发现建筑节能空间<sup>[4]</sup>。以美国纽约为例, 纽约前市长要求2030年之前碳排放降低30%, 然而, 当时纽约市建筑能耗占全市总能耗的80%, 讨论两年, 议会最终确定强制公开建筑能耗信息以供全社会的人研究减排措施, 此后, 纽约市长

根据全市数据信息，针对能耗大的区域制定相应政策统筹管理。美国芝加哥首席信息官将所有信息上传至网络，让芝加哥所有民众都可以接触到这些数据，让整个社会去处理。他的举措由此催生了芝加哥的一个新型行业—数据分析与服务。目前，中国没有一个城市公布明确信息说明城市公建、住宅的数量、能耗、总面积。

大数据时代，数据的重要性不言而喻，然而中国的建筑行业数据模糊，不易获得。美国网站 DATA.gov 是美国联邦政府的的信息公开网站，在这个网站上能查到气候变化、能源、农业、教育、建筑能耗等各行业数据，这个网站国际访问排名第一的是中国，这说明我们的数据需求量很大<sup>[5]</sup>。

3 建筑碳排放数据库主要内容

3.1 建筑全生命周期碳排放碳源构成

建筑的全生命周期，即建筑产品“从摇篮到坟墓”的整个过程的，包括：原材料开采、建筑材料、设备生产和构件加工制造、建筑工程施工安装、运行维护及拆除处置等五个阶段<sup>[6]</sup>，1 栋建筑物在全生命周期内碳排放量是这五个阶段碳排放总量之和，建筑生命周期 CO<sub>2</sub> 排放总量 P 计算式为

$$P = P1 + P2 + P3 + P4 + P5$$
 公式 (1)

式中：P 为建筑物整个生命周期的 CO<sub>2</sub> 排放量，t；P1 为建筑物建筑材料生产阶段的 CO<sub>2</sub> 排放量，t；P2 为建筑物施工阶段的 CO<sub>2</sub> 排放量，t；P3 为建筑物使用阶段的 CO<sub>2</sub> 排放量，t；P4 为建筑物拆除阶段的 CO<sub>2</sub> 排放量，t；P5 为建筑物废料回收和废物处理阶段的 CO<sub>2</sub> 排放量，t<sup>[7]</sup>。每一阶段影响因素（表 1）及碳排放类型（表 2）。

表 1 建筑全生命周期各阶段影响因素

碳排放阶段	影响因素					
P1	建材数量	生产设备				
P2	运输距离	运输设备				
P3	建造设备	化石燃料	临时用电			
P4	空调	照明	电力	烹饪	动力	维修使用建材
P5	运输设备	建造设备	运输距离	电力		

表 2 建筑物生命周期各个阶段涉及的碳排放类型

碳排放类型 阶段名称	建材生产	建材运输	建筑施工	建筑运营与维护	拆除与回收
能源碳排放	○	○	○	○	○
建材碳排放	○			○	
交通运输碳排放		○	○		○
机械设备碳排放			○		○

4 大数据与碳排放

4.1 建材生产阶段大数据的作用

4.1.1 建材生产阶段大数据的监管作用

建筑企业需要按照项目具体生产，且建筑工程的生产过程不具有连续性，因此，建材供应商需要制定准确严格的建材需求计划来保证库存的充足。然而，建筑工程的进度较易受到不可抗外界因素影响，如天气、交通等，所以多数建筑企业实行准时制生产以保证生产进度，所以建材供应商需要能准时准量将产品送至指定工程地点，且生产能力足够。通过大数据对供应商的生产能力和配送能力两类数据分析对比，能够帮助工程项目以更快的速度找到最适合的建材供应商，且建材不积压造成浪费污染环境。

4.1.2 建材行业知识平台搭建

建材公司的快速匹配前提是建材知识的快速发现与选择。所以需要搭建建材知识快速发现与更新服务平台。此平台通过分析大量数据，挖掘事物的优势以及对未来的预测，分析所有可能的结果，优化结果，帮助决策者选择更准确的决定。选择与预测的前提是数据的准确性，所以需要统计流程规范，且统计的方式正确有效。建筑行业想要有效的利用大数据，构建大数据系统，需要先完成资源整合，企业可利用整合后的知识大数据系统制定发展规划。

4.2 建材运输施工阶段大数据应用

4.2.1 建材运输阶段大数据应用

将涉及到建材运输阶段的交通设备联合交通部门信息网监管，运输距离联合交通部以及地图网络公司建立数据网，运输设备耗能根据碳排放计算公式在信息平台通过可视化分析图实时展现。

#### 4.2.2 建筑施工阶段大数据应用

建造施工管理方式严格精细,专业分工程度高,这种结构模式利于数据的积累,通过分析这些数据,施工过程中对施工设备、建筑材料、施工技术全程监控管理能耗,可以通过移动终端平台远程操作,获取施工阶段各环节的能耗碳排放情况,并通过数据挖掘算法分析制定节能措施。

#### 4.3 建筑使用维护期间

建筑在使用阶段,为了保证建筑处于满足人们的全部功能需求的状态,需要对建筑进行更新、维护、加固、设备更换等等。建筑使用阶段能耗数据包含了建筑采暖、制冷、通风、照明等等来维持建筑正常使用功能的能耗。

一般建筑的能耗监测仅能做到能耗用量的统计常规条件下的经验数据,不具有针对性、全局性、时效性。建筑在不同区域、不同季节、不同时段、不同节日及使用习惯的需求需要不同的运行管理方针与节能策略,大数据分析的全面性是解决这些问题的最好方法。合理运用大数据分析,解决数据的收集、处理及应用,和针对同一建筑不同区域业态公用一套或几套耗能较大设备(如:中央空调系统、照明系统等)时策略的整合与拆分的问题,对解决建筑节能与后期运维管理方式等问题有着广阔的市场前景。随着计算机控制技术的发展,使用建筑设备管理系统对空调、冷热源、通风、给排水、变配电、照明、电梯等建筑设备实现状态管理和控制已不再困难。通过该系统对建筑物内部的能源使用、环境及安全设施进行管理,大大提高了大厦管理的科学性和智能化水平。在此数据管理系统使用的过程中,产生大量的能耗数据<sup>[8]</sup>,在建筑减排控制上,可以避免如人走没关闭电源、开启空调系统的同时大面积开窗等因人的过失行为而导致的能源浪费行为;也可以修正如空调温度设置过低、多高等,因人的主动行为而导致的能源浪费行为。

#### 4.4 建筑拆除与重新利用阶段大数据管理作用

将建筑达到使用生命终点时所有建筑里的东西进行分类拆除,可分为可回收利用建材和需要加工处理后变为建筑垃圾。通过循环利用建筑材料,最终有效降低建筑建造过程中CO<sub>2</sub>排放总量。然而建筑垃圾主要存在监管和清运处置管理问题,如何对建筑垃圾分类、外运、运输车辆管理以及重新利用是一个问题。

解决方案可以通过互联网+技术支撑,建设应用大数据监管平台,进行对建筑垃圾的产生、收集、运输、处置与再生产品管理,全过程管理。建立大数据

监管平台,结合互联网+技术支持与大数据监管平台应用,通过对建筑垃圾的产生来源、清运过程、处置去向、运输设备进行数据管理,逐步实现对于建筑垃圾全过程的管理。

#### 4.5 建筑全生命周期碳排放数据库实现技术方法

通过计算机语言如C#、python等进行编程软件,建立建筑碳排放量数据库,数据库包括建材生产运输子库、建筑设计施工子库、建筑使用子库、建筑维护更新子库、拆除与重新利用五个子库,及时记录建筑全生命周期中每个阶段碳排放量,数据将通过自主研发的数据平台实现共享,项目内部人员获得通过指令后通过通讯软件即可实时共享各个阶段的碳排放数据及设计信息。经过计算机技术和大数据技术的发展,加上各个领域的发展,建筑全生命周期碳排放监测也会变得越来越智能化。

### 5 结论

大数据时代的到来,为建筑业带来机遇与挑战,我国建筑大数据需求量大,建筑全生命周期基础数据库还需利用大数据继续完善,才能更好为今后我国的减排工作提供更具指导性的帮助。

#### 注释

- 1 课题来源:辽宁省重点研发项目-严寒地区城市建筑碳排放核算模型及减碳技术优化策略研究(2017229004)

#### 参考文献

- [1] Zhu Liu, Dabo Guan, Wei Wei, et al. Reduced carbon emission estimates from fossil fuel combustion and cement production in China[J]. Nature, 2015, 524, (7565): 335-338.
- [2] [https://baike.baidu.com/item/大数据/1356941?fr=aladdin#reference-\[1\]-13647476-wrap](https://baike.baidu.com/item/大数据/1356941?fr=aladdin#reference-[1]-13647476-wrap)
- [3] 崔鹏. 建筑物生命周期碳排放因子库构建及应用研究[D]. 东南大学, 2015.
- [4] 支建杰, 肖朋林, 刘益锋, 叶从周. 绿色建筑大数据管理平台数据接入与处理技术浅析[J]. 建设科技, 2018(22): 42-45.
- [5] 莫争春. 大数据时代下的建筑节能新思路[J]. 城市住宅, 2015(08): 11-13.
- [6] 尚春静, 张智慧. 建筑生命周期碳排放核算[J]. 工程管理学报, 2010, 24(01): 7-12.
- [7] 石铁矛, 于威, 夏晓东, 闫增会. 辽宁农村住宅全生命周期碳排放量分析[J]. 沈阳建筑大学学报(自然科学版), 2013, 29(05): 876-881.
- [8] 陈应. 大数据在建筑节能与运维中的应用技术[J]. 智能建筑, 2018(01): 32-34.

# RESEARCH ON THE DATABASE OF BUILDING LIFE CYCLE CARBON EMISSIONS UNDER THE BACKGROUND OF BIG DATA ERA

Zeng Ting, Tang Yu

**【 Abstract 】** China's carbon emissions have been overestimated. In the era of big data, it is imperative to use building big data to improve the carbon emissions database. This paper analyzes the relationship between the carbon emission sources of the four phases of the whole life cycle of the building, studies the relationship between the carbon emission conversion mechanism of each carbon source and big data, and analyzes the application cases of foreign building energy consumption big data in foreign countries. The building's life cycle carbon emission database draws on the reference. Finally, it analyzes the five-stage sub-database of building materials production, transportation, construction, construction operation and maintenance, demolition and reuse, and finally builds a building life cycle carbon emission database.

**【 Keywords 】** Energy Saving; Emission Reduction Carbon Emissions Database; Life Cycle Assessment