

面向我国绿色建筑评价的 IFC 适用性分析

林佳瑞¹, 张建平¹

(1. 清华大学土木工程系, 北京 100084)

摘 要: 绿色建筑评价涉及异构、分散的多专业信息, 当前尚无面向我国绿色建筑评价的 BIM 软件, 也未形成支持我国绿色建筑评价的信息模型。因此, 本文通过分析我国绿色建筑评价标准, 提取了支持我国绿色建筑评价的有关信息需求, 并分析了开放 BIM 标准 IFC 对我国绿色建筑评价标准各信息需求的描述和支持能力, 为建立和完善面向我国绿色建筑评价的信息模型, 编制相关信息交付标准, 研发绿色建筑评价 BIM 软件工具具有借鉴指导意义。

关 键 词: 绿色建筑评价; 建筑信息模型; 工业基础类; 适应性分析

中图分类号: TP 17

DOI: 10.11996/JGJ.2095-302X.2017050001

文献标识码: A

文 章 编 号: 2095-302X(2017)05-0001-00

Evaluating the Capacity of IFC for Performance Modeling based on Chinese Green Building Standard

Jiarui Lin¹, Jianping Zhang¹

(1. Department of Civil Engineering Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: Various data fragmented in different data formats are involved in green building evaluation. Nowadays, Building Information Modeling (BIM) emerges as a new way to integrate all these data into a single repository to improve efficiency and facilitate the adoption of green building. However, due to lack of proper tools and information model supporting green building evaluation based on China's standard, it is difficult to evaluate lifecycle performance of a green building in China. Thus, by analyzing China's green building evaluation standard, information requirements for green building evaluation were extracted. Then, capacity of IFC to support China's green building evaluation standard was assessed. Results of this research can be used in information establishment and extension, information delivery, and tool developments for green building evaluation, thus promoting the adoption and evaluation of green building in China.

Keywords: green building evaluation; building information model; industry foundation classes; capacity analysis

1 引言

为应对资源日益紧缺、环境污染日益严重、人与自然矛盾愈加突出的问题, 世界各国先后兴起对绿

收稿日期: 2017-11-10; 定稿日期: 2017-xx-xx

基金项目: 国家重点研发计划 (2017YFC0704202), 第60批中国博士后科学基金 (2016M601038), 中国科协“青年人才托举工程” (YESS20160122)

第一作者: 林佳瑞 (1987—), 男, 山东东平人, 博士后, 工学博士, 主要研究方向为建设领域信息化. E-mail: jiarui_lin@foxmail.com

通信作者: 张建平 (1953—), 女, 教授, 博士生导师, 工学博士, 主要研究方向为建设领域信息化. E-mail: zhangjp@tsinghua.edu.cn

色建筑的研究,相继建立了适应自身特点的绿色建筑评估体系^[1-3]。在深入分析国内外绿色建筑评估体系基础上,我国先后完成了《绿色奥运建筑实施指南》^[4]、《绿色奥运建筑评估体系研究》^[5]等成果,并促成了 2006 年我国第一版《绿色建筑评价标准 GB/T 50378-2006》^[6](简称国标 06 版)的颁布。国标 06 版的颁布标志着我国绿色建筑评价有了相应的依据,并通过一系列绿色建筑标识建筑的评定树立了绿色建筑项目示范,引导了我国绿色建筑的发展^[7,8]。

经过一个时期的推广及应用,该国标 06 版的一些问题逐渐凸显,包括:标准评价体系扩展困难^[8]、指标代表性不强^[7]、指标量化效果差,缺乏对有关气象、能耗、碳排放等数据的统计,相关绿色施工、验收及运行标准缺失,标准体系不完善等^[9]一系列问题。同时,全生命周期管理、装配式等理念的融入要求绿色建筑评价的范围涵盖设计、施工、运营等全生命周期各阶段,而有关绿色分析工具、BIM 技术的不断发展也为绿色建筑各方面表现的量化评价提供了有力的支撑。针对以上问题,我国于 2011 年开始了国标 06 版的修订工作,以扩展评价对象的范围、使各评价阶段更加明确、评价方法更加合理、评价指标体系更加完善。历时三年多,有关修订成果形成了《绿色建筑评价标准 GB/T 50378-2014》^[10](简称国标 14 版),并于 2015 年 1 月开始正式实施。

然而,由于绿色建筑及绿色住宅评价涉及面广、周期长、参与方多,当前对绿色建筑评价的有关研究均局限于某一方面,相应的软件工具也大多集中于设计阶段,仅仅支持绿色建筑评价的某几个方面,且多以国外软件为主,如 Autodesk Ecotect、IES 等,对我国绿色建筑评价标准的支持并不好。鉴于国标 14 版发布不久,且在评估方法、所需数据支持等方面存在较大变化,此前有关绿色建筑评估的软件或工具均需进行更新和完善。此外,针对国标 14 版本强调全生命周期设计、施工、运营等不同阶段综合评价的特点,需建立能够支撑绿色建筑全生命周期评价的信息模型,以服务各阶段评价和分析工具,实现各阶段性能分析模型的共享和集成。

首先,通过深入梳理和分析国标 14 版条文及其说明,本文提取了标准各条文涉及的数据和信息需求,并将其按照类别进行归类;接着,通过建立 IFC 标准各实体及属性与国标 14 版涉及信息需求的对应关系,研究统计和分析了 IFC 标准对我国绿色建筑评价标准所需信息的描述能力和覆盖范围,为建立和完善面向我国绿色建筑评价的信息模型,编制相应信息交付标准指南,研发绿色建筑评价 BIM 软工具提供了有益的支撑和指导。

2 绿色建筑标准信息需求提取

2.1 标准简介

《绿色建筑评价标准 GB/T 50378-2014》是在国标 06 版基础上,经过前期调研、标准修订、项目试评等工作,历时三年多形成的绿色建筑评价标准。该标准共有 11 章,除总则、术语与基本规定外,覆盖了室内外环境、节地、节能、节水、节材与施工管理、运营管理等各个方面,还就有关技术及管理措施方面的提高规定了加分依据^[11]。其中第 3 章基本规定首先提出了对评价对象、评价阶段、申请方、评价机构的要求,并就评价指标体系进行了规定,包括控制项、评分项和加分项评价,得分计算,等级确定等内容;第 4-10 章条文均分为控制项和评分项两节,评分项下又以罗马数字进行了分组(如图 1)。

经此次修订,相较国标 06 版,国标 14 版有以下几点主要变化^[11-13]:

- (1) 适用范围:从住宅建筑、办公建筑、商场建筑和旅馆建筑扩展至民用建筑各主要类型,并增加了适用于产业化住宅有关的条文;
- (2) 评价阶段:国标 14 版对评价阶段做了明确的划分,分为规划设计或施工阶段,运行使用阶段,以与相应的建筑标识管理相协调配合;
- (3) 评价定级方法:采用量化评价手段,参照国际通行做法,通过引入权重、计算加权得分进行评分;
- (4) 评价指标体系:重新组织调整评价指标,增加施工管理有关内容,以更好的覆盖建筑全生命周期;
- (5) 设置加分项:增加加分项,鼓励利用节约资源、保护环境等技术、管理的新手段、新方法;
- (6) 强化多功能综合建筑评价能力;

图 1 《绿色建筑标准》评价指标体系^[11]

可以看出, 国标 14 版在指标量化评价能力、全生命期覆盖、各方面综合评价等方面较上一版标准有了大幅提高, 并增加了住宅产业化有关条文, 对基于 BIM 进行建筑全生命期的绿色评价提供了非常好的指导意义。因此, 本研究将以国标 14 版为基础, 梳理我国绿色建筑评价的信息需求, 并分析 IFC 对相关信息需求的描述和支持能力。

2.2 信息需求提取方法

为充分了解和掌握我国绿色建筑评价过程中所需的有关数据, 本研究对国标 14 版各条目做了深入分析, 梳理形成面向我国绿色建筑评价的信息需求, 为分析 IFC 对各信息需求的支持和描述能力奠定基础。

鉴于标准条文形式及内容各不相同, 且涉及大量专业知识, 难以实现分析过程的自动化, 因此本研究采用了人工逐条分析处理的办法。

以国标 14 版第 4 章第 2 节第 1 条节约集约利用土地为例, 对居住建筑采用人均居住用地指标进行评价, 评价规则根据不同层数设置了不同的得分方式; 而对公共建筑则按照容积率进行评价。从而, 容易得出, 居住建筑需要考虑建筑层数、人均居住用地 2 个指标, 而公共建筑需要考虑容积率指标。鉴于人均居住用地可由建筑使用人数和用地面积计算得到, 且容积率可由建筑面积和用地面积计算得出, 因此人均居住用地和容积率可由使用人数、用地面积和建筑面积得出。同时, 由于该条根据建筑类型是居住建筑还是公共建筑分别评价, 因此也需考虑建筑类型信息。最终, 可以得出, 该条所需要的基本数据包括建筑类型、使用人数、用地面积、建筑面积、层数等数据 (图 2)。

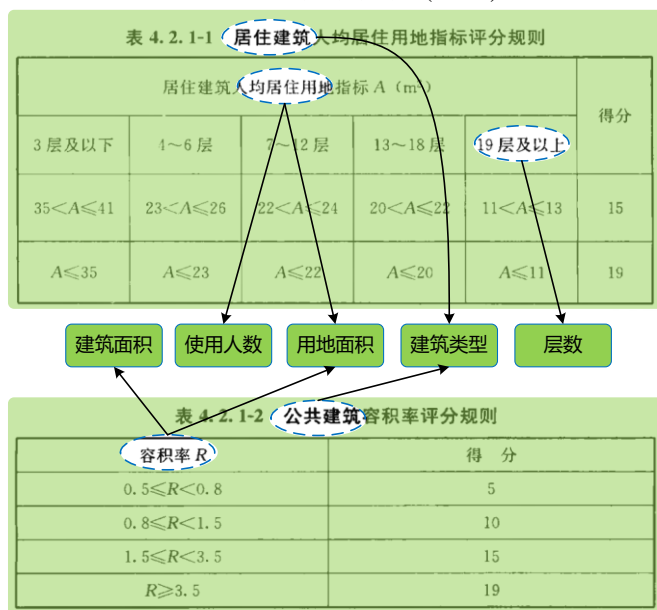


图 2 我国绿色建筑评价标准数据需求提取示例

根据类似方法,本研究提取和分析了第 4-10 章评分项及 11 章有关内容的数据需求情况,并采用如下方式对数据进行了合并和分类:

- (1) 用地、绿地、水体等场地有关数据需求统一归为场地有关数据;
- (2) 建筑形体、位置、布局等均归为建筑有关数据;
- (3) 分区、房间、热区划分及其带声、热、光、电的属性统一划分为空间数据;
- (4) 门、窗、隔断、幕墙等建筑构件统一划分为构件数据,其中外墙、外窗等又同时划分为围护结构;
- (5) 施工模板、材料及其耐久性、抗腐蚀等信息划分为建筑材料数据;
- (6) 供暖、空调、通风等系统及其组成设备的属性数据统一归到供暖空调系统数据;
- (7) 电扶梯、用电设备等划分为强弱电系统数据;
- (8) 给排水、雨污水排放设施等归为水系统数据;
- (9) 运营阶段的建筑自动化系统、监测设备等统一归为智能化系统数据;
- (10) 对各运营方和其他参与方的认证、资格数据归为组织数据;
- (11) 周边配套设施、公共交通服务等归为周边数据;
- (12) 有关降噪、节水、节能措施等归为措施数据;
- (13) 施工日志、竣工文件等归为文档数据;
- (14) 其他标准参考数据,如噪声标准限值、节水用水定额等,统一视为参照约束数据。

经统计分析,共得到有关数据需求 298 条,考虑各章节内部数据需求重复后共计 225 条 (详见表 1)。

表 1 我国绿色建筑评价标准涉及的有关数据类别统计

章节	第 4 章	第 5 章	第 6 章	第 7 章	第 8 章	第 9 章	第 10 章	第 11 章	总计
类别									
场地	30	1							31
建筑	7	5		1	2			1	16
空间	11	5		5	27	2		3	53
构件	1			5	1	2			9
围护结构	4	6			8			2	20
建筑材料				17		11			28
供暖空调系统		18			7	1	4	4	34
强弱电系统		8				3	2	2	15
水系统	1	3	28		1	6	4	1	44
智能化系统					2		1		3
组织							3		3
周边	4								4
措施		1	3		2	2			8
文档						6	9	1	16
参照约束	6		2		4			2	14

可见各主要章节评分项的数据需求数量均达 30 条或以上,而涉及管理部分的数据需求相对较少,这是因为管理过程中涉及较多文档类数据,被统一为一条数据需求。相应地,也可看出各数据需求的类别分布情况,各类别按数据多到少为空间划分、水系统、供暖空调系统、场地、建筑材料、维护结构等,这也与绿色性能分析过程关注空间区域划分、各水电暖电系统表现、场地使用和建筑材料使用密切相关。

3 绿色建筑评价相关 IFC 实体提取

通过逐一分析 IFC4 标准各相关实体信息表达的内容,与上述提取的绿色建筑评价信息需求进行对

比, 提取绿色建筑评价涉及的 IFC 实体, 经统计共得到 52 个主要 IFC 实体类型。综合考虑 IFC 定义方式及国标 14 版数据分类的方式, 对该 52 个 IFC 实体类型进行分组, 可得图 3。由于 IFC 标准中将水、供暖、通风、空调系统等统一视为 *IfcDistributionSystem*, 因此各系统之间共用较多 IFC 实体定义; 而 IFC 标准中并不区分建筑构件和维护结构, 因此二者之间也共用较多 IFC 实体。此外, 也可看出 IFC 标准对传感设备、监测记录的定义也做了高度抽象, 均采用单一的 IFC 实体描述不同系统、阶段的传感设备及监测记录。类似的, IFC 标准对有关参照约束数据的定义也统一采用 *IfcMetric* (对复杂参照约束数据还需采用 *IfcObjective*) 表达。

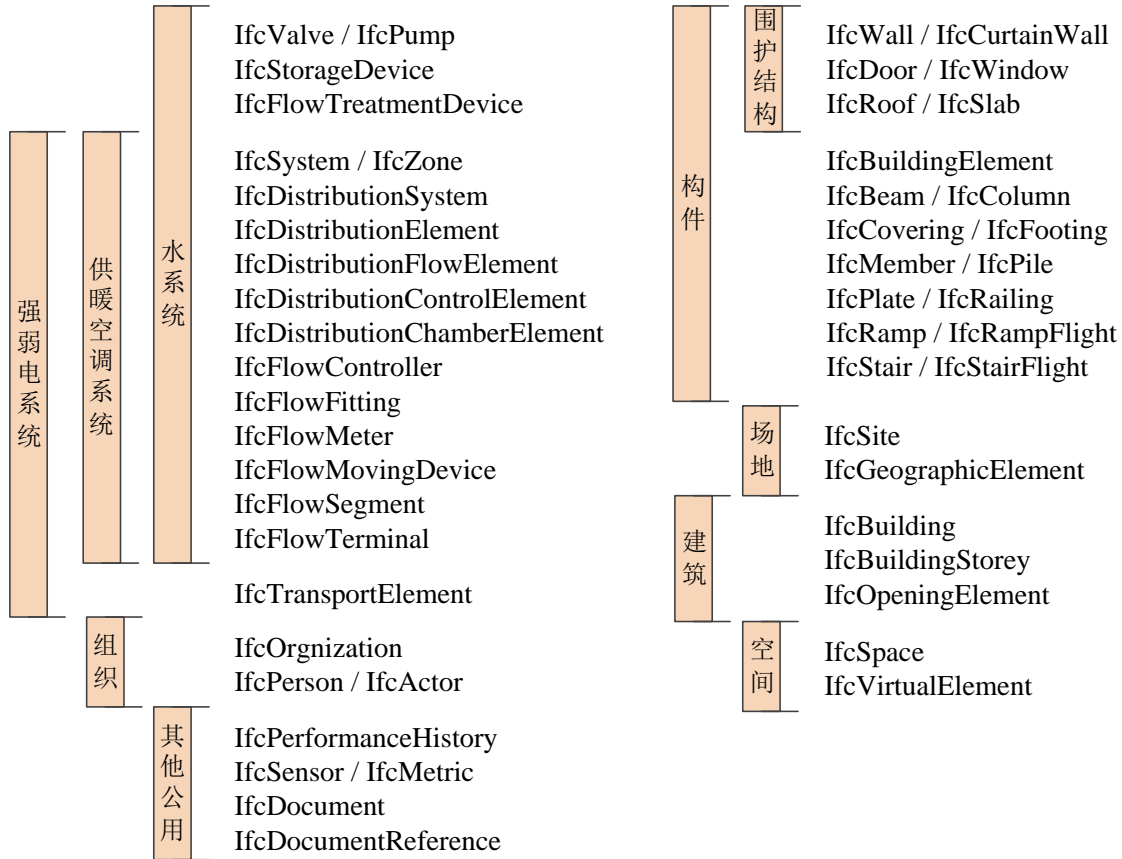


图 3 绿色建筑评价标准数据类型与有关 IFC 实体的相互关系

4 IFC 标准适用性分析

以上述对应关系为基础, 研究逐个分析了各 IFC 视图对上述数据需求的描述方式和支持能力。为评价 IFC 对上述数据需求的支持能力, 本章将 IFC 对上述数据需求的支持能力分为如下 6 个级别:

- (1) 级别 5: IFC 可精确描述该数据, 既有精确对应的 IFC 实体, 也有相应的属性集; 如对外窗信息的描述, IFC 标准中既有对应的 IFC 实体 *IfcWindow*, 也有一系列的属性集, 如 *Pset_WindowCommon* 等。
- (2) 级别 4: IFC 可较为精确地描述该数据, 即仅有精确对应的 IFC 实体或属性集; 如有关绿地、水体等数据的描述, IFC 标准中可采用 *IfcGeographicElement* 进行描述。
- (3) 级别 3: IFC 对该数据的描述能力适中, 即无精确对应的 IFC 实体和属性集, 可依托抽象层级更高的 IFC 实体或自行添加属性集进行描述; 如智能化系统的配置或属性, 按照 IFC 的框架, 其应是 *IfcDistributionSystem* 的一部分, 但 IFC 标准中并不存在直接对应的实体定义, 只能基于 *IfcDistributionSystem* 进行描述。
- (4) 级别 2: IFC 对该数据描述能力一般, 即属性集仅能描述该数据部分内容且该部分数据量化难度较低; 如对风向、风速数据的描述, IFC 标准中的属性集 *Pset_OutsideDesignCriteria* 中定义了典型风向和风速, 但并未区分夏季和冬季, 因此仅能部分满足国标 14 版的要求, 需要通过属性集扩展来完全描述相应信息。
- (5) 级别 1: IFC 对该数据描述能力较差, 即可采用其他不对应的 IFC 实体进行描述且该数据量化难

度较高;如施工日志、化学药品使用记录等,因不同数据的量化或规范化方法各不相同,且 IFC 中并无对应实体定义,只能采用 *IfcDocumentInformation* 进行描述。

- (6) 级别 0: IFC 不宜描述该数据,即不应采用 IFC 实体描述或该数据难度极高;如对建筑周边公交站点分布、配套设施信息等数据,IFC 标准中并没有相应的实体定义,且该部分数据在地理信息系统中存储更加合适,因此本研究将 IFC 对其支持能力定为级别 0。

根据以上 IFC 对有关数据的支持能力分级,研究对国标 14 版中各有关数据需求的支持能力级别进行了统计,结果如图 4 和图 5 所示。

由图 4 可以看出,IFC 已基本覆盖了我国绿色建筑评价所需要的数据,且对国标 14 版大多数章节有关数据的描述和支持能力已达到中上水平(即支持能力分级为 5、4、3 的数据量占大多数)。同时,我们可以看出 IFC 标准对国标 14 版节水与水资源利用、施工管理、运营管理等章节的支持较其他章节偏弱一些。经分析可知,其原因是施工管理及运营管理章节涉及较多管理措施、管理文档等数据,IFC 对此类数据的描述均以文档为主,因此对文档数据细节的深入描述能力和数据量化能力较差。

此外,由图 5 可进一步看出,IFC 标准对国标 14 版涉及的场地、建筑、空间(包括划分及功能)、构件、维护结构、建筑材料等数据的描述和支持能力已经非常好(其数据支持能力级别均为 4 或 5);而 IFC 标准对供暖空调系统、强弱电系统、水系统等的支持适中,在有关数据的细化描述和支持上尚待加强。

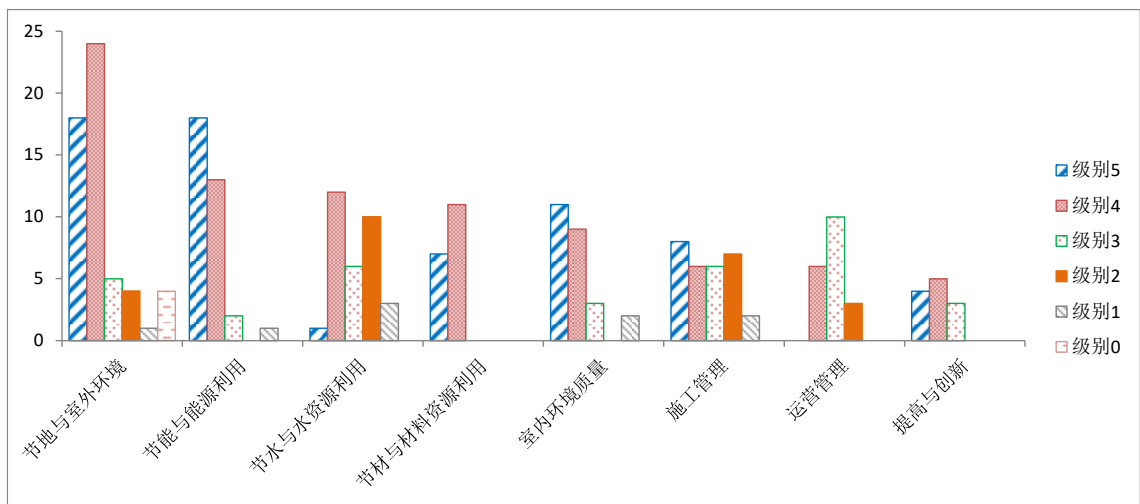


图 4 IFC 对我国绿色建筑评价标准各章节数据的支持能力

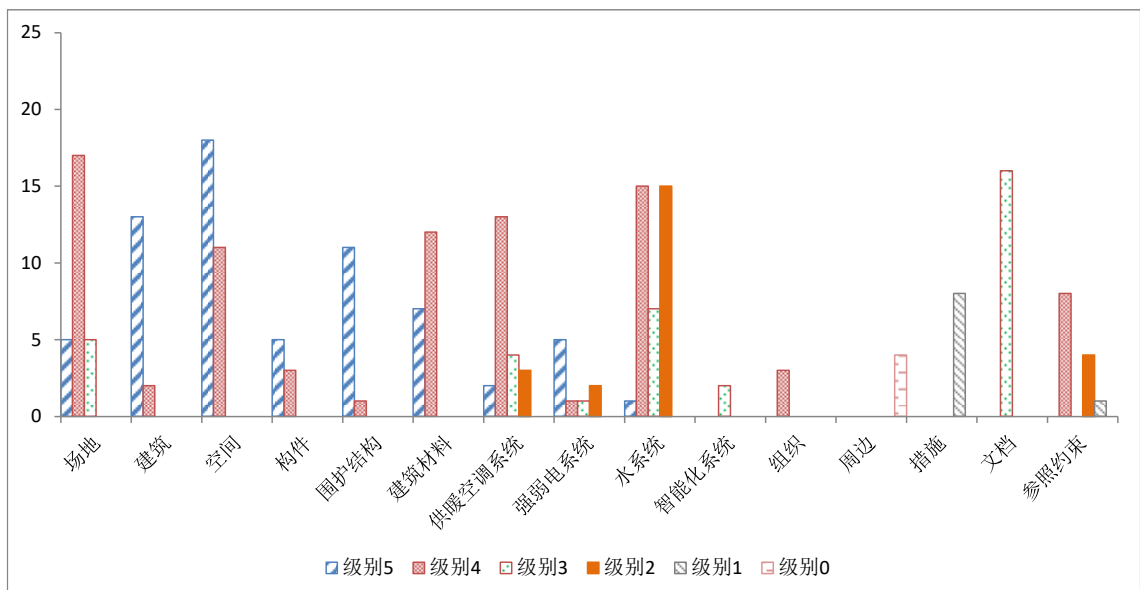


图 5 IFC 对我国绿色建筑评价标准各类别数据的支持能力

5 总结

本文通过逐条分析我国最新绿色建筑评价标准, 提取了支持我国绿色建筑评价的相关数据和信息需求, 并将其分为建筑、场地、空间、围护结构等 14 大类; 同时, 研究梳理了我国绿色建筑评价标准涉及的主要 IFC 实体对象, 并分析了 IFC 有关信息组织方式与我国绿色建筑评价标准的不同之处。在此基础上, 研究进一步分析了 IFC 对上述各数据和信息需求的描述、支持能力, 并按照对有关信息的精确描述程度进行了分级别分析。相应统计分析表明, IFC 对我国绿色建筑评价标准的有关数据需求描述能力较好, 但在水资源利用、施工及运营管理方面尚需进一步完善和扩展。

有关研究梳理、总结了我国绿色建筑评价涉及的有关信息需求, 并分析了 IFC 对我国绿色建筑评价有关数据需求的支持和适应能力。研究成果为基于 IFC 建立面向我国绿色建筑评价的信息模型和交付指南奠定了基础, 也为扩展 IFC 标准, 以全面支持我国绿色建筑评价相关信息提供了必要的支持信息, 具有重要研究应用价值。

参 考 文 献

- [1] USGBC. The LEED (Leadership in energy and environmental design) Green Building Rating System [S]. 2000.
- [2] Baldwin R, Yates A, Howard N, et al. BREEAM 98 for Offices[J]. Building Research Establishment, UK, 1998.
- [3] Murakami S, Kawakubo S, Asami Y, et al. Development of a comprehensive city assessment tool: CASBEE-City[J]. Building Research & Information, 2011,39(3):195-210.
- [4] 绿色奥运建筑研究课题组编. 绿色奥运建筑实施指南[M]. 1. 北京: 中国建筑工业出版社, 2004.
- [5] 江亿, 秦佑国, 朱颖心. 绿色奥运建筑评估体系研究[J]. 中国住宅设施, 2004(05):9-14.
- [6] 中华人民共和国建设部. GB/T 50378-2006 绿色建筑评价标准[S]. 2006.
- [7] 马末妍. 浅议中国绿色建筑评价标准发展之路[J]. 河北建筑工程学院学报, 2009(01):49-52.
- [8] 宋凌. 关于我国绿色建筑评价标准体系研究的思考[J]. 建设科技, 2012(06):38-41.
- [9] 林常青, 程志军. 我国绿色建筑标准的现状及建议[J]. 建设科技, 2009(14):18-19.
- [10] 叶凌. 国家标准 GB/T 50378—2014《绿色建筑评价标准》将于 2015 年起实施[J]. 暖通空调, 2014(07):92.
- [11] 林海燕, 程志军, 叶凌. 国家标准《绿色建筑评价标准》GB/T50378—2014 简介[J]. 工程建设标准化, 2015(02):53-56.
- [12] 叶凌, 程志军, 王清勤, 等. 国家标准《绿色建筑评价标准》GB/T50378—2014 评价指标体系及评价计分方式浅析: 第十一届国际绿色建筑与建筑节能大会暨新技术与产品博览会, 中国北京, 2015[C].
- [13] 林海燕, 程志军, 叶凌. 国家标准《绿色建筑评价标准》GB/T50378-2014 解读[J]. 建设科技, 2014(16):11-14.

参考文献

- [1] USGBC. The LEED (Leadership in energy and environmental design) Green Building Rating System [S]. 2000.
- [2] Baldwin R, Yates A, Howard N, et al. BREEAM 98 for Offices[J]. Building Research Establishment, UK, 1998.
- [3] Murakami S, Kawakubo S, Asami Y, et al. Development of a comprehensive city assessment tool: CASBEE-City[J]. Building Research & Information, 2011,39(3):195-210.
- [4] 绿色奥运建筑研究课题组编. 绿色奥运建筑实施指南[M]. 1. 北京: 中国建筑工业出版社, 2004.
- [5] 江亿, 秦佑国, 朱颖心. 绿色奥运建筑评估体系研究[J]. 中国住宅设施, 2004(05):9-14.
- [6] 中华人民共和国建设部. GB/T 50378-2006 绿色建筑评价标准[S]. 2006.
- [7] 马末妍. 浅议中国绿色建筑评价标准发展之路[J]. 河北建筑工程学院学报, 2009(01):49-52.
- [8] 宋凌. 关于我国绿色建筑评价标准体系研究的思考[J]. 建设科技, 2012(06):38-41.
- [9] 林常青, 程志军. 我国绿色建筑标准的现状及建议[J]. 建设科技, 2009(14):18-19.
- [10] 叶凌. 国家标准GB/T 50378—2014《绿色建筑评价标准》将于2015年起实施[J]. 暖通空调, 2014(07):92.
- [11] 林海燕, 程志军, 叶凌. 国家标准《绿色建筑评价标准》GB/T50378—2014简介[J]. 工程建设标准化,

2015(02):53-56.

- [12] 叶凌, 程志军, 王清勤, 等. 国家标准《绿色建筑评价标准》GB/T50378—2014评价指标体系及评价计分方式浅析: 第十一届国际绿色建筑与建筑节能大会暨新技术与产品博览会, 中国北京, 2015[C].
- [13] 林海燕, 程志军, 叶凌. 国家标准《绿色建筑评价标准》GB/T50378-2014解读[J]. 建设科技, 2014(16):11-14.