

适合我国国情的绿色建筑 评价体系研究与应用分析

住房和城乡建设部科技发展促进中心 宋 凌[☆]

清华大学 林波荣

住房和城乡建设部科技发展促进中心 李宏军

摘要 指出了现行标准 GB/T 50378—2006《绿色建筑评价标准》在评价过程中的问题,总结了国外绿色建筑评价体系的优缺点,结合我国建筑环境性能现状,提出了适合我国国情的绿色建筑评价体系,介绍了综合评价方法、评价指标体系及采用层次分析法与专家分析咨询法确定指标权重的权重体系,分析了该评价体系与 GB/T 50378—2006《绿色建筑评价标准》的异同点,对 4 个项目进行了试评和对比,认为新评价体系注重适度舒适下尽量减小环境负荷的理念,符合我国国情,更能反映被评建筑的实际状况和绿色程度。

关键词 绿色建筑评价体系 建筑环境性能 指标体系 权重体系

Study and application analysis of green building evaluation system suitable for China

By Song Ling[★], Lin Borong and Li Hongjun

Abstract Points out some problems of the current national standard GB/T 50378—2006 *Evaluation standard for green building* in practice. Summarizes the advantages and disadvantages of foreign green building evaluation systems. In the light of the building environmental performance in China, proposes a green building evaluation system conforming to the national situation, and presents the comprehensive evaluation method, index system, and weighting system in which the weights for the indices is determined with the analytic hierarchy process (AHP) and expert analysis and consulting method. Analyses the similarities and differences between this evaluation system and GB/T 50378—2006. Makes a trial evaluation and comparison of four object projects, and considers that this new evaluation system emphasizes the idea of decreasing environmental load as far as possible in the condition of meeting moderately comfort requirement, accords with the national conditions, and can better reflect the actual state and green degree of the evaluated building.

Keywords green building evaluation system, building environmental performance, index system, weighting system

★ Center of Science and Technology of Construction, MOHURD, Beijing, China

①

0 引言

绿色建筑评价水平影响着一个国家绿色建筑的发展水平。任何国家的绿色建筑评价体系都应遵循因地制宜和全寿命周期的评价原则。我国气候区多、经济水平参差不齐,因此我国的绿色建筑评价体系要适合不同气候区、不同经济条件地区、不同地方政策、不同地区资源条件下的不同建筑类型。

始建立的,其优点是:与当时建筑标准衔接好,具有一定前瞻性,易于理解和推广,对我国绿色建筑的建设起到了很好的指导作用。但经过 5 年的实践,也暴露出一些亟待解决的问题,如不适应绿色技术

①☆ 宋凌,女,1976 年 1 月生,硕士,工程师
100835 北京市海淀区三里河路 9 号建设部南配楼 204
(010) 58933934
E-mail: ling_song@sina.com
收稿日期:2012-05-15
修回日期:2012-08-29

我国现行的绿色建筑评价标准是从 2006 年开

的发展、不适应地区差异性和不同建筑类型的差异性、科学性和可操作性有待进一步提高、“全程控制”不到位等等^[1]。这些问题是建设行业社会实践活动工作中已形成共识的一些意见和建议,建立更符合我国目前建设情况的绿色建筑评价体系迫在眉睫。

1 国外绿色建筑评价体系综述

国外最具代表性和影响力的绿色建筑评价体系有美国的 LEED、英国的 BREEAM、多国合作的 GBTool、德国的 DGNB、日本的 CASBEE、澳大利亚的 NABERS 等。这些体系对于我们建立符合中国国情的绿色建筑评价体系起到非常重要的借鉴作用。本研究针对这些评价体系进行了深入的调查分析^[2],其中系统建构和权重设置是决定评价水平最主要的两个因素。

绿色建筑评价体系的系统构建主要集中在指标的量纲一化和合成方法两个基本问题上。各个绿色建筑评价体系的指标量纲一化方法比较统一,一般都采用强制打分的方法,即将指标性能范围划分为不同的分数段,根据实际性能值确定所属分数段,即得到指标得分。从指标合成即权重设置的角度来说,可以认为绿色建筑评价体系大致经历了三代发

展过程,这三代体系并非此消彼长,而是共存的关系^[2]。第一代绿色建筑评价体系中并没有设计独立的权重体系,评价结果通过各个评价指标的得分直接求和获得,通常用不同指标被赋予的分数值的大小体现其重要程度,这一类型的绿色建筑评价体系包括英国的 BREEAM、美国的 LEED。澳大利亚的 NABERS 评价体系也基本类似,只是它的评价结果采用的是各个评分项的平均值,而非总得分。第二代绿色建筑评价体系采用了层次分析的方法,将评价类别从整体到细节逐层展开,建立独立的权重体系成为其必然的要求。系统的层次可多可少,一般为二到四级。这一类型的绿色建筑评价体系包括多国的 GBTool 等。第三代绿色建筑评价体系在第二代的基础上,提出了建筑环境效率的概念,区分了建筑对假想封闭空间外部公共区域的负面环境影响和对假想封闭空间内部建筑使用者生活舒适性的改善,分别定义为 L 和 Q , L 和 Q 的比值即为建筑环境效率—— BEE ,并将 BEE 作为评定等级的最终指标。这种区分方法能够鼓励环境影响小而使用品质改善大的建筑,代表体系为日本的 CASBEE。表 1 归纳了三代绿色建筑评价体系的主要特征。

表 1 三代绿色建筑评价体系比较

	代表体系	通俗性	独立权重	可扩展性	避免指标互偿	评级科学性
第一代	LEED	强	无	弱	弱	弱
第二代	GBTool	中	有	强	中	中
第三代	CASBEE	弱	有	强	强	强

2 我国建筑环境性能现状调研

2.1 我国建筑环境性能

随着我国城市建设的飞速发展和经济水平的提高,建筑业处于一个快速增长的阶段。这主要表现在,一方面新建和改造建筑数量急剧增加,另一方面,高能耗、资源消耗大、对环境冲击大的建筑比例在增加,既有建筑改造中,有普通公共建筑升级为大型公共建筑,导致能耗、资源消耗等大幅度升高。在我国,能源和资源分布不均衡、人均占有量小、转换效率低,生态环境脆弱,各地经济文化发展不平衡。所以,控制建筑环境负荷总量,并降低单位面积建筑的环境负荷值应是绿色建筑评价首先考虑的问题。

2.2 我国建筑环境质量现状

目前我国建筑环境质量的现状和要求存在很大的差异,不像发达国家总体要求水准较高、差别较小,我国一直参考欧美设计标准,室温控制范围

窄,一般不考虑被动式节能措施和作用。其实,不同地区、不同经济发展水平、不同文化层次、不同使用习惯、不同体质的人群对建筑环境的物理参数、心理期望和生理适应是不同的,所以对建筑环境质量的要求也并非完全一样。一个恒温恒湿系统创造的环境满意度往往还不如分体空调。与设计标准相对应,国内很多宾馆、商场、写字楼往往盲目仿效国外的空调运行模式,将夏季空调温度设定得相当低,增大了室内外温差,过分依赖机械系统从而大大增加建筑能耗,而人们却往往因为太低的空调温度导致不舒适或生病。因此,与发达国家或资源和能源丰富、人均占有量高的国家相比,应该认识到:1) 需要提升建筑环境质量以达到人类居住的合理的舒适健康水平;2) 不能过分追求高能耗、高资源消耗下的所谓高舒适度,而超出国家、社会及环境的承载力并损害居住者的健康;3) 对于那些打着高舒适度的旗帜,消耗了大量的能源、资源,对

环境造成负面影响,但实际室内环境质量、可调节性、对居住者个体需求的适应性很差的建筑,应予以制约。因此,一定要防止高舒适得分掩盖高能耗、高水耗等短板的问题,在评价的数学模型中应体现这个思路。

3 适合我国国情的绿色建筑评价体系的建立

3.1 综合评价方法

选择不同的综合评价数学模型是造成评价体系差异最重要的原因,一个评价体系的数学模型往往代表了其最本质的特征。当评价体系的目标设定于促进市场改革、对市场革新者与早期采用者进行奖励,加权线性法和法具有较明显的优势,这种简单、容易理解的数学模型容易为非专业人士所接受和认可。当市场对于建筑环境性能评价已经有了一定的了解度和接受度,评价体系的目标设定于整个市场的均衡发展,即希望将市场的早期主体甚至晚期主体都纳入考虑的范畴,乘法合成以及加乘混合两种综合评价数学模型是可以优先考虑的对象,很多此类数学模型强调各项性能的均好性,因此,为了从整体上提升建筑环境性能水平,不允许有特别薄弱的环节出现,一般来说,采用这类模型的评价体系,评价结果的综合性与客观性要优于采用加权线性和法。从我国建筑业目前的形势及市场发展需要来看,早期主体和晚期主体都必须纳入到考虑的范畴,只有这样,才能在大规模的城市建设进程中,真正实现可持续性发展。

3.2 评价指标体系

通过上述各项分析,建议我国绿色建筑评价数学模型采用加乘混合模型,引入建筑环境效率的概念:将建筑环境质量类指标相加得到 $\sum Q$, 将建筑环境负荷类指标相加得到 $\sum L$, 然后将两者相除,该比值定义为建筑环境效率 BEE 。

$$BEE = \frac{\sum Q}{\sum L} = \frac{\text{建筑环境质量}}{\text{建筑环境负荷}} \quad (1)$$

其中建筑环境质量是指建筑项目所界定的内部环境对使用者的影响,包括室内环境与室外环境及建筑系统本身对使用者生活和工作在健康、舒适、便利等方面的影响。 $\sum Q$ 对应的指标包括:建筑项目中室内部分的空气品质、热舒适、光环境、声环境、系统可控性等;建筑项目用地三维空间内室

外部分的场地交通系统、声环境、光环境、热环境、室外场地;建筑项目的建筑系统本身的适应性、耐久性等。

建筑环境负荷是指建设项目对外部环境造成的影响,包括生态多样性的改变,全寿命周期中能源、建筑材料、水等各种资源的消耗,污染物排放、日照、风害等对周边环境的冲击等。 $\sum L$ 对应的指标包括:建筑项目对生态多样性的影响、土地资源利用、能源利用、水资源利用、材料资源利用、污染物排放、光污染、热岛效应、基础设施负荷等。

以环境性能综合评价的思想为基础,将上述评价指标划分为6类:节地与室外环境、节能与能源利用、节水与水资源利用、节材与材料资源利用、室内环境品质、运营管理。除了将现行 GB/T 50378—2006《绿色建筑评价标准》^[4] 中的室内环境质量改为室内环境品质外,与现行 GB/T 50378—2006《绿色建筑评价标准》指标类划分的方法基本一致,很好地保持了我国绿色建筑评价标准体系的连贯性。

3.3 权重体系

3.3.1 赋权方法确定

目前统计学研究领域提出的赋权方法有很多种,根据计算权系数时原始数据的来源,这些方法大致可分为两大类,一类是客观赋权法,其源信息来自统计数据本身,如综合指数法、功效评分法、最优权法(最优组合赋权法)和主成分分析法等;另一类是主观赋权法,其源信息来自专家咨询,即利用专家群的知识 and 经验,如德尔菲法、层次分析法、环比法、模糊综合评判法等。虽然主观赋权法带有一定的主观色彩,但主观与随意是两个不同的概念,人们对指标重要程度的估计主要来源于客观实际,主观看法的形成往往与评价者所处的客观环境有直接的联系,主观差异性可以通过采取诸如增加专家数量、仔细挑选专家、改善统计方法等措施加以改善。本文拟采用层次分析法(AHP法)与专家分析咨询法(Delphi法)相结合来确定指标权重。

3.3.2 权重体系建立

绿色建筑权重体系是绿色建筑评价体系研究中的重点和难点之一。作为权重体系的调研应该具有适应性与科学性两大特点:1) 适应性:考虑到中国是一个幅员辽阔、地区自然条件和气候状况

差异很大的国家,而且社会经济发展差异也很大,因此应在统一的框架下,考虑地区差异,制定中国绿色建筑评价体系。此外还应该适应不同类型建筑。考虑目前的需求和实际情况,评价体系应可用于办公楼、商场、住宅、宾馆、学校、医院、体育馆等不同类型的建筑,满足这些建筑的功能要求和特点;同时能针对不同 Q 和 L 条件下的建筑进行综合、客观的评价。2) 科学性:科学的权重体系是绿色建筑评价体系的重要特征,也是其中的难点。采用上文提到的赋权方法确定绿色建筑评价体系一级、二级权重,尽量保证权重体系符合我国国情,以及目前专家对绿色建筑重点的共识。

基于如上权重体系的两个要求,以及之前对常用赋权方法的比较,本绿色建筑评价权重体系采用层次分析法(AHP法)与专家分析咨询法(Delphi法)相结合的措施来确定指标权重,主要措施如下:

1) 一级权重的设置

通过大规模问卷调研,请专家根据 Q, L 的特性,分别给定 Q 及 L 的权重百分比分配。然后按照各专家提供的权重百分比,加权平均得到关于评价体系的一级权重。

2) 二级权重的设置

二级权重的设置主要采用 AHP 法进行计算。通过统计分析问卷内容,利用 AHP 的相关矩阵计算得到二级权重向量。

3) 三级权重的设置

三级权重采用 5 分制进行评分。其中,对于可以定量描述的评价内容采用直接得分法进行评分;对于无法进行定量描述的评价内容,对其措施的实施情况进行评价,根据措施得分率进行评分,进而实现定性措施定量化评价的目的。

例如,对“规划设计因地制宜,改善场地内及周围地区的生物多样性”和“建筑本体节能贡献率”的评价,可采用直接得分法进行评分,如表 2 所示,表中 φ 为建筑本体节能贡献率。

表 2 建筑本体节能贡献率权重设置

评分	要求
1	$0 < \varphi \leq 5\%$
3	$5\% < \varphi \leq 10\%$
5	$10\% < \varphi \leq 20\%$

再如,对于“配建的机动车停车设施应满足最低使用标准”的评价,可根据措施的实施情况,以“好、中、差”的方式对每条措施进行评价,并根据措施得分率的高低进行评分(如表 3 所示),进而实现定性措施评价的定量化评价的目的。

表 3 配建的机动车停车设施应满足最低使用标准权重设置

内 容	评分等级		
	好	中	差
室外机动车停车场的设计考虑了使用者的安全、便利	5	3	0
设置了室外残疾人机动车停车位,并考虑了使用者的方便	5	3	0
设置室外停车场服务设施(包括通讯设施、信息标志、综合管理服务设施等)	5	3	0
地面采用了机械停车等方式节约土地资源	3	2	0

注:得分=所评项得分之和/所评项最高分之和 $\times 5$ 。

3.4 适合我国国情的绿色建筑评价体系的特点分析

结合我国国情,并与现行国家标准 GB/T 50378—2006《绿色建筑评价标准》进行对比,按照上述方法建立的绿色建筑评价体系(以下简称新评价体系)具有如下特点:

1) 增加了指标数量尤其是量化指标数量。现行标准中公共建筑的评价指标为 84 个,居住建筑为 76 个;新评价体系中指标拓展为 200 余个。这样可以随着技术的发展和地域的特点不断扩充,体现了整个体系的开放性和可扩展性,使评价的内容扩展到了绿色建筑评价的方方面面(如节地部分增加了步行交通、生物多样性,室内环境部分增加了建筑功能性和适应性等),从

而规避了利用现行标准进行评价时为达到某一星级而必须要强行达到某些条款之类不合理的现象,充分肯定了不同评价项目的自身特点,也增强了体系的公平性。

2) 采用性能评价优先,措施评价优化的原则。原因是,性能指标比措施指标更为科学合理,但受技术水平限制,部分指标还不具备操作性,因此,性能指标和措施指标都采用,例如节能部分的建筑本体节能贡献率、机电设备节能贡献率和可再生能源利用率的评价(见图 1)。这样一方面可鼓励参评项目优先选择性能评价,强调评价的目的是最后的绿色化结果,而不是简单堆砌技术措施的过程,从而降低了绿色建筑贵族化、

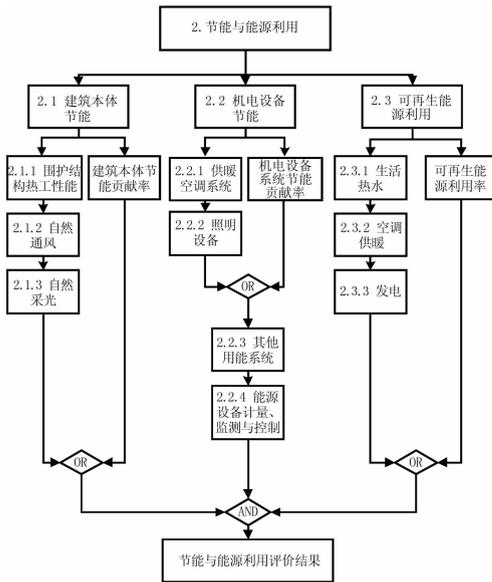


图1 节能与能源利用部分的指标体系设计

技术至上化趋势出现的可能;其二可以扭转现行评价标准中指标之间层次不够清晰、部分内容重复、性能指标与措施重复得分等问题;其三可以很好解决指标之间的权衡问题,这类问题一般表现在对于可以量化的指标,其分值占总分值的比例是否与其对建筑的影响相符,如现行标准中节能部分,性能指标节能率和措施指标热电冷联供所占比例相同,这显然是不合理的。

4 项目试评

利用新评价体系对已经获得绿色建筑评价标识的4个建筑项目进行试评分析。

4.1 4个试评项目实际情况

试评项目均为公共建筑。项目A各方面技术应用较为均衡,一般项和优选项指标达标比例均达到三星级要求;项目整体达到三星级要求。项目B在非传统水源利用、高性能材料利用、灵活隔断设置方面尚存在一定欠缺,因此节水、节材一般项达标比例仅达到二星级要求;优选项达标项数也仅达到二星级要求;项目整体达到二星级要求。项目C注重被动式、低成本的整体优化设计,在保证满足基本需求的前提下,尽量减少建设和运营的成本投入;项目整体达到二星级要求。项目D对于一些需要一定投入的优选项内容并未予以应用,因此优选项仅达到一星级要求;其一般项大多达到三星级要求,不过较多不参评项的存在也是其一般项星级较高的原因之

一;项目整体达到一星级要求。

4.2 评价结果分析

从4个试评项目的分项结果(见图2)来看,项

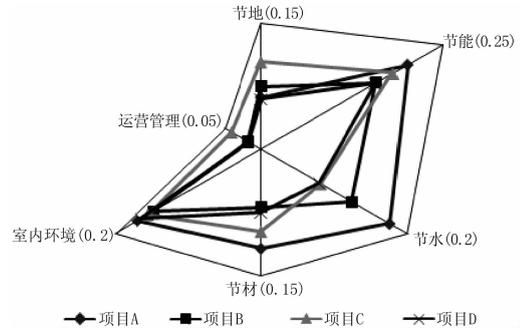


图2 各项目用新评价体系评价的得分雷达图

目A在节地、运营管理方面存在欠缺(这是因为新评价体系增加了节地和运营管理方面的指标,按照现行标准设计建造的项目A是否达到难以确定,导致得分偏低,项目B和D的情况与之相同;而项目C注重被动式、低成本的整体优化设计,在新评价体系中得到鼓励,得分增加),项目B在节地、节材、运营管理方面存在欠缺(项目B节水得分偏高是因为新评价体系在节水方面考虑了技术经济的合理性,得分难度下降),项目C在节水方面存在欠缺(这与该项目结合技术经济分析后放弃较多节水措施有关),而项目D在节地、节水、节材、运营管理方面得分都不高,评价总分排序为项目A>项目C>项目B>项目D。

从4个试评项目整体结果(见图3)来看,与现有标准评价结果存在一定相似性。新评价体系下,原三星级项目A得分仍然最高;原同为二星级的项目B和C,由于项目C注重被动式、低成本的整体优化设计,较好地契合了绿色建筑的理念,因此在新评价体系下的得分比项目B高;项目D由于

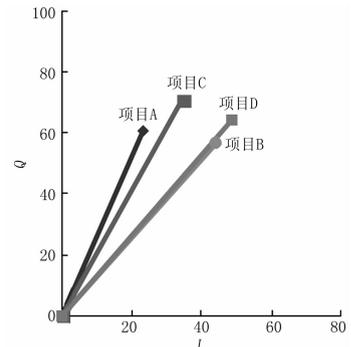


图3 各项目用新评价体系评价的Q-L

(上接第 19 页)

也注重被动式、低成本设计,因此最终得分与项目 B 相差不大。新评价体系下的 Q/L 结果呈现了类似上述的特点,只是项目 D 考虑了适度舒适下尽量减小环境负荷的理念,更加契合绿色建筑内涵和我国国情,因而比项目 B 的 Q/L 更高。从全局、整体的角度来看,新评价体系的指标体系设计更加清晰、全面、合理。

同时,该体系已应用于《绿色办公建筑评价标准》,该标准已通过专家审查会,专家认为该体系注重在适度舒适下尽量减小环境负荷的理念,符合我国国情,更能反映被评建筑的实际状况和绿色程度。

5 结论

本文以现行标准评价过程中的问题为导向,在充分总结国内外绿色建筑评价体系优缺点的基础

上,结合我国建筑环境性能现状,提出适合我国国情的绿色建筑评价体系,介绍了综合评价方法、评价指标体系和权重体系;通过 4 个项目的试评,认为新的绿色建筑评价体系注重了适度舒适下尽量减小环境负荷的理念,符合我国国情,更能反映被评建筑的实际状况和绿色程度;并在适应性、扩展性、科学性和可操作性方面有较大改进。

参考文献:

- [1] 宋凌. 我国绿色建筑评价标识的特点与思考[J]. 建设科技,2009(14):14-17
- [2] 田蕾. 建筑环境性能综合评价体系研究[D]. 北京:清华大学,2007
- [3] 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(6):38-41
- [4] 中国建筑科学研究院,上海市建筑科学研究院. GB/T 50378—2006 绿色建筑评价标准[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2006