

doi:10.11835/j.issn.1674-4764.2013.S1.038

## 典型绿色建筑评价体系室内环境指标对比分析

杨心诚, 刘 猛, Uzzal Hossain

(重庆大学 城市建设与环境工程学院; 三峡库区生态环境教育部重点实验室, 重庆 400045)

**摘 要:**对典型绿色建筑评价体系的室内环境评价指标进行对比分析,包括对 LEED、BREEAM 和中国绿色建筑评价体系中室内环境部分的指标内容、权重体系、达标要求的对比。通过对比分析发现,室内空气品质、光环境、热湿环境、声环境是室内环境质量的主要组成部分,其中,室内空气品质在 LEED 体系的室内环境部分占大部分内容和分值比重,而在中国绿建体系和 BREEAM 体系中,四类组成部分的指标数量和分值的分布则相对均匀。虽然中国绿建体系不具有 LEED 的分值体系和 BREEAM 的一级权重体系,但其相对众多的控制项以及对应不同绿建等级的室内环境达标项数要求却独具特色。此外,通过对比分析出了三类指标体系所共同关注的室内环境评价的重要内容。

**关键词:**绿色建筑;室内环境质量;评价指标;权重体系

**中图分类号:**TU119 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-4764(2013)S1-0174-03

## A Study of Indoor Environment Indicators in Popular Green Building Assessment Systems

Yang Xincheng, Liu Meng, Hossain Uzzal

(School of Urban Construction and Environmental Engineering; Key Laboratory of Eco-environments in Three Gorges Reservoir Region, Ministry of Education, Chongqing University, Chongqing 400045, P. R. China)

**Abstract:** A comparison research is launched for the Indoor Environment Quality indicators of the popular Green Building Assessment systems and China Evaluation standard for green building, including the IEQ indicators' contents, weightings, and the scoring requirements for different green building ratings. By comparison, it was found that the indoor environment is mainly composed by IAQ, version environment, thermal environment and the acoustic environment, and the IAQ is the most important component in these systems. Although there is no weighting system or scoring system in China Green building assessment system, it is characterized by the relatively numerous prerequisites and the achieved indicators requirement for different ratings. Besides, the indicators paid with intensive attention in these systems are found.

**Key words:** green building assessment; indoor environment; indicators, weighting system

自 20 世纪 70 年代能源危机开始,提高能源利用效率,降低能源消耗水平成为全世界所共同关注的问题。建筑作为能源消耗中的大户,在过去的几十年里,建筑行业进行了突破性的技术革命<sup>[1-2]</sup>。与此同时,随着社会经济的发展,室内环境问题也日益受到人们的关注<sup>[3]</sup>。因此,兼顾降低建筑能耗和改善室内环境质量而避免顾此失彼现象就显得日益重要。

发展绿色建筑是应对能源短缺和全球环境问题的基本战略之一<sup>[4]</sup>。全世界许多国家和机构都开发了各自的绿色建筑评价体系<sup>[5-7]</sup>,其中,LEED 和 BREEAM 是世界上拥有较长开发历史和推广最普遍的两个体系,许多其他地区的评价体系也是以这两者为基础开发出来。我国于 2006 年颁布了《绿色建筑评价标准》GB/T 50378—2006,分为住宅建筑和公共建筑两部分,自 2007 年开始实施以来,随着一系列评价

措施和财政激励措施的实施<sup>[8-9]</sup>,我国绿色建筑行业发展迅速,至 2012 年底,达标的建筑面积超过  $7 \times 10^7 \text{ m}^2$ 。

人们平均每天大约有 80% 以上的时间在室内渡过<sup>[10]</sup>,室内环境污染对人们身体健康的危害程度比室外环境污染更严重。因为室内环境直接与居民的健康、舒适和生产效率<sup>[11-12]</sup>紧密联系,营造一个健康、舒适的室内环境是舒适生活空间的重要保障<sup>[13]</sup>。

以人为本是建筑的本质特质,随着社会的进步,健康的室内环境成为了我国人民共同的期望,也是绿色建筑评价中最为重要的组成内容之一<sup>[3]</sup>。对比分析目的即是通过对比 BREEAM、LEED 和我国绿色建筑评价体系,为中国正在完善的指标体系以及其他可持续建筑体系提供参考信息和启发。

收稿日期:2013-04-10

基金项目:国家自然科学基金(51108473),国家十二五科技计划(2013BAJ11B05)

作者简介:杨心诚(1989-),男,硕士生,主要从事绿色建筑技术研究,(E-mail)xinchengy@aliyum.com。

刘猛(通信作者),男,副教授,博士,(Email)liumeng2033@126.com。

## 1 室内环境质量基本信息

室内环境对人们舒适的影响主要由物理环境刺激和心理刺激引起,其中物理因素可以分为室内空气品质、热湿环境、声环境、光环境和电磁环境。此外,一些其他因素如空间开发性和安全性等可以通过心理刺激对人们产生影响<sup>[14-15]</sup>。

室内环境作为人们与建筑相联系的空间,在三类指标体系中中都组成了一类重要的一级指标。Health and Comfort 是 BREEAM 体系中 9 类一级指标之一,内容分为自然采光、热环境、声环境、室内空气质量和水体质量、人工照明,共包括 2 条控制项和 13 条得分项(2 条控制项也是得分项)IEQ 作为 LEED 5 类基本一级指标之一,涵盖了 8 个方面,即通风性能、施工阶段室内空气质量、建材的挥发性、化学性污染、采光环境和热湿环境的控制系统、自然采光性能和窗外视野,共包括 2 条控制项和 15 条得分项。

中国的指标体系分成住宅和公共建筑 2 部分,共 6 类一级指标,分为控制项、一般项和优选项,其中,室内环境除了有控制项必须全部达标要求外,针对不同绿色建筑等级还有不同的一般项达标项数要求;而 LEED 和 BREEAM 体系针对不同的绿色建筑等级未对室内环境的达标单独设置达标分数要求,只需满足控制项和总分要求即可获得相应的绿建等级标识,但是 LEED 和 BREEAM 分别采用分值和一级指标权重系数来反映出绿色建筑各一级指标对绿色建筑综合性能的相对重要程度。

## 2 室内环境指标对比分析

由于室内环境四类主要组成部分,即室内空气品质、热湿环境、光环境、声环境,在室内环境中的权重分布和指标内容不相同,因此,将分别对四类环境组成部分的指标权重分布、指标内容进行对比分析。

### 2.1 室内环境的权重对比

根据室内环境的 4 大主要组成部分:空气质量、热环境、光环境、声环境及其他一些扰动因素,在此对各类组成部分的控制项和得分项的分布情况分析其权重分布情况控制项是对室内环境基本质量的保障,从图 1 可以看出,整体上控制项数量最多的是室内空气品质(IAQ)部分,且中国绿色建筑评价体系的室内环境各组成部分均设置了控制项。从图 2 可知,整体上,室内空气品质的扰动因素最多,最易受到影响,

其次是热环境和光环境,依次则是声环境;相比较而言,LEED 的指标内容大部分都是关于室内空气品质的,且没有设置关于声环境方面的指标,而 BREEAM 中室内空气品质和光环境的指标数量最多,中国绿建体系的指标分布较为均匀。

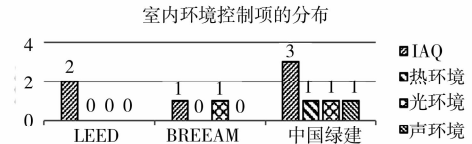


图 1 室内环境控制项的分布

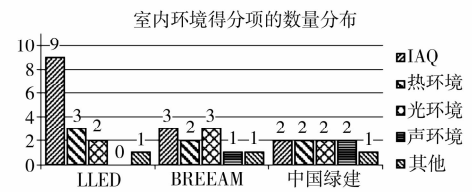


图 2 室内环境得分项的分布

指标数量的分布反映了该类组成部分受扰动的因素数量、所需的控制和监测措施的数量,而权重分布则反映出该组成部分对室内环境整体质量的影响程度。

由于在 LEED 和 BREEAM 中室内环境中各指标的分值均为 1 分,而在中国绿建体系中根据达标项数进行评价,因此图 2 中得分项的数量分布也反映出了各组成部分在室内环境中的权重分布情况。可看出,在 LEED 中,IAQ 的权重最大,已经超过了剩余的室内环境因素权重之和;BREEAM 中光环境和热环境的权重相对较大,分别为 35.7% 和 28.6%;在中国绿建体系室内环境中,四类组成部分的权重分布则比较均匀。

从控制项和得分项的分布可以看出,中国绿色建筑比较注重室内环境的整体性能,LEED 着重于室内空气品质, BREEAM 对室内空气品质和光环境质量更为重视。

### 2.2 指标内容的分布

三类指标体系的室内环境指标可以分成 4 个主要组成部分,然而每个指标体系室内环境 4 个组成部分的内容却有所不同,为找出三类指标体系在室内环境中所共同注重的内容,将指标的分布进行细分,见表 1。

表 1 室内环境质量的指标内容

| 室内环境指标        | LEED-NC 2009 | BREEAM Office 2008 | 中国绿建  |
|---------------|--------------|--------------------|-------|
| 自然通风          | 2 (1)        | 1 (1)              | 2 (2) |
| 新风口与室外污染源最小距离 | 1 (0)        | 1 (0.5)            | —     |
| 室内通风性能        | 1 (0)        | 1 (0.5)            | 1 (0) |
| 最小新风量         | 1 (0)        | 1 (0.5)            | 1 (0) |
| 换气次数          | 2 (1)        | —                  | —     |
| 送风模式          | 1 (0)        | —                  | —     |
| 室内空气品质        | 1 (0)        | —                  | —     |
| 通风的控制         | 1 (0)        | —                  | —     |
| 室外污染源         | 2 (0.5)      | —                  | —     |
| 化学污染          | 1 (0)        | —                  | —     |
| 吸烟            | 1 (0)        | —                  | —     |
| VOC 的挥发性      | 4 (4)        | 1 (1)              | 1 (0) |
| 室内化学物品的控制     | 1 (0.5)      | —                  | 1 (0) |

续表 1

| 室内环境指标 |                      | LEED-NC 2009 | BREEAM Office 2008 | 中国绿建   |
|--------|----------------------|--------------|--------------------|--------|
| 微生物污染  | 霉菌的控制                | 1 (0)        | 1 (0.5)            | 1 (0)  |
|        | 水体质量                 | 1 (0)        | 1 (0.5)            | —      |
| 运营管理   | 设备清洁                 | 1 (0)        | —                  | —      |
|        | CO <sub>2</sub> 浓度监测 | 1 (1)        | —                  | 1 (1)  |
| 热湿环境   | 热湿参数设计管理计划           | 2 (2)        | 1 (-1)             | 1 (-0) |
|        | 室内热湿环境的控制            | 1 (0.5)      | 1 (1)              | 1 (1)  |
|        | 被动式设计                | 1 (0.5)      | —                  | 1 (1)  |
|        | 自然采光系数               | 1 (1)        | 1 (1)              | 1 (1)  |
|        | 自然采光辅助措施             | —            | —                  | 1 (1)  |
| 光环境    | 人工照明质量               | —            | 2 (2)              | 1 (0)  |
|        | 工照明的控制               | 1 (1)        | 1 (1)              | —      |
|        | 眩光控制                 | —            | 1 (1)              | —      |
| 声环境    | 室内噪声水平               | —            | 1 (0.5)            | 1 (0)  |
|        | 隔声性能                 | —            | 1 (0.5)            | 2 (2)  |
| 其他因素   | 室外视野                 | 1 (1)        | 1 (1)              | —      |
|        | 空间的开放性               | —            | —                  | 1 (1)  |

注:表中括号外的数字是相关的指标数量(包括了控制项和得分项),括号内的数字是相应的分值,即得分项的分值或权重。灰色内容为三类指标体系都有相应指标,或至少有 2 个指标体系设置了控制项或设置了至少 2 个指标(声环境不包括 LEED)。

从整体上看,这些灰色底纹指标是四类指标都共同关注的内容,IAQ 的重点内容包括自然通风、最小新风量、建材 VOC 排放性能、霉菌控制;热湿环境的指标内容重点包括热环境参数设计和热环境末端控制,而光环境主要指标内容则包括自然采光性能、人工照明质量,声环境主要指标内容为噪声水平和隔声性能。其中属于 IAQ 数量的最多,IAQ、热环境、声环境、光环境虽然指标数量相对较少,但这三类环境的大部分指标在 4 个指标体系中都是重要内容;这些指标即为绿色建筑室内环境中需要重点关注的地方,也是绿色建筑中评价和保证室内环境质量的关键。

#### 4 结 论

通过对三类指标体系的指标数量、权重、内容的分布情况进行对比,主要可以得出以下几点结论:

1)各指标体系的评价方法具有不同的特点,中国绿建体系设置了较多的控制项和不同绿建等级需满足的一般项要求,为保障绿色建筑的综合性能的平衡提供了保障,而 LEED 和 BREEAM 设置了分值体系或一级指标权重,反映出各指标之间对绿色建筑性能的相对重要程度,因此,可以将两种特点相结合优化指标体系的评价科学性。

2)从指标的数量和权重上看,室内环境质量中室内空气品质的扰动因素和所需采取的控制措施较多,其次为热湿环境和光环境,然后则是声环境。

3)通过对比指标内容,分析了三类指标体系所共同关注的内容,包括自然通风、最小新风量、VOC 挥发性、霉菌控制、热湿参数设计、热湿环境末端控制、自然采光系数、人工照明质量、室内噪声水平和隔声性能。

#### 参考文献:

[1] Jones P K. Indoor air quality and health [J]. Atmospheric Environment, 1999(33):4535-3564.  
 [2] Yuya K, Toshihiro I, Thong N G. Analysis of building

environment assessment frameworks and their implications for sustainability indicators [J]. Sustainability Science, 2011, 6 (2):233-246.  
 [3] Yu C W F, Kim J T. Building environmental assessment schemes for rating of IAQ in sustainable buildings [J]. Indoor and Built Environment, 2011, 20(1):5-15.  
 [4] Li B Z, Yao R M. Building energy efficiency for sustainable development in China-challenges and opportunities [J]. Building Research & Information, 2012,40(4):417-431.  
 [5] Bre G. BREEAM offices 2008 assessor manual [S]. 2008.  
 [6] 住房和城乡建设部. GB/T50378—2006 绿色建筑评价标准[S]. 2006.  
 [7] USGBC. LEED 2009 for New Construction and Major Renovations Rating System [S]. 2008.  
 [8] 住房和城乡建设部. 绿色建筑评价技术细则[S]. 2007.  
 [9] 住房和城乡建设部. 关于加快推动我国绿色建筑发展的实施意见[S]. 2012.  
 [10] Robinson J, Nelson W C. National human activity pattern survey data base [DB]. United States Environmental Protection Agency. Research Triangle Park, NC 1995.  
 [11] Lee T G, De Biasio D, Santini A. Health and the built environment; Indoor air quality [R]. Vital Signs Curriculum Materials Project, Health and the Built Environment, 1996.  
 [12] Bluysen P M, Cox C. Indoor environment quality and upgrading of European office buildings [J]. Energy and Buildings, 2002, 34(2):155-162.  
 [13] Matiwa N, Saffa R. Developing an indoor environment quality tool for assessment of mechanically ventilated office buildings in the UK-A preliminary study [J]. Building and Environment, 2012, 53:26-33.  
 [14] 叶海. 室内环境品质的综合评价指标 [J]//建筑热能通风空调, 2000, 19(1): 31-34.  
 Ye H. Comprehensive Evaluation Index of Indoor Environment Quality [J]//Building Energy & Environment, 2000, 19(1):31-34.  
 [15] Philomena M. Bluysen. EPIQR and IEQ: indoor environment quality in European apartment buildings [J]. Energy and Buildings, 2000, 31(2):103-11. (编辑 胡志平)