

基于寿命周期分析的既有居住建筑节能改造目标考核评价体系的研究

天津大学 赵 靖[☆]

建设部科学技术司 武 涌

天津大学 朱 能

摘要 介绍了我国北方地区既有居住建筑节能改造的目标及进行目标考核评价的重要性,指出了建立一整套适合北方地区既有居住建筑节能改造的评价体系的必要性。按照寿命周期分析的评价步骤建立了我国北方供暖地区既有居住建筑供热计量及节能改造的三级目标考核评价体系,同时根据多指标综合评价法,结合层次分析法、成功度评价法,构建了评价体系的数学模型,为系统、科学、全面、客观地评价节能改造项目提供了一整套科学的方法。

关键词 寿命周期分析 综合评价法 居住建筑 节能改造 评价体系

Checking and evaluation system on energy efficiency reformation of existing residential buildings based on LCA

By Zhao Jing[★], Wu Yong and Zhu Neng

Abstract Presents the target of energy efficiency reformation for existing residential buildings in Northern China and the importance of checking and evaluating on the target. Points out the necessity of building up an evaluation system for the energy efficiency reformation. According to the evaluation procedure of life cycle assessment (LCA), establishes the three grade evaluation system for heat metering and energy efficiency reformation of existing residential buildings in heating areas of Northern China. Also, based on the multi-index comprehensive evaluation method combined with the analytical hierarchy process (AHP) and successful degree evaluation method, establishes a mathematical model for the evaluation system and provides a set of scientific method for evaluating energy efficiency reformation projects systematically, scientifically, comprehensively and objectively.

Keywords life cycle assessment, comprehensive evaluation method, residential building, energy efficiency reformation, evaluation system

★ Tianjin University, Tianjin, China

①

0 引言

0.1 北方既有居住建筑节能改造目标考核评价的重要性

北方供暖地区既有居住建筑供热计量及节能改造是在中央政府的引导和调控作用下,在全北方范围内大规模进行的节能改造工程。其总体目标是降低北方供暖地区既有居住建筑能耗,完善供热计量收费制度,完成北方供暖地区供热体制改革,

实现“十一五”节能减排目标,减少居民热费支出,提高室内热环境舒适度,同时要兼顾各方面利益,尊重居民个人改造意愿,保障供热企业、能源服务

①[☆] 赵靖,女,1982年11月生,在读博士研究生
300072 天津大学环境科学与工程学院
(0) 15801420521
E-mail: zhaojing@tju.edu.cn
收稿日期:2007-07-25

机构利益,确保社会和谐稳定。

北方供暖地区既有居住建筑供热计量及节能改造涉及居民、供热企业、能源服务机构等多方利益,具有规模大、体系杂、头绪多、牵扯面广等特点,实施起来有一定的复杂性。节能改造所做的一切工作,都是围绕改造后所能达到的目标进行的,因此只有进行目标考核评价,从改造结果来综合评价节能改造工作,才能更好地促进节能改造工作的顺利进行,真正实现节能改造的最终目标。因此有必要制定出一整套系统的、科学的、全面的、客观的北方地区既有居住建筑节能改造评价体系,对节能改造工程进行全面、科学的评价,对各地开展既有居住建筑供热计量及节能改造情况进行汇总、检查,并将检查结果向社会公示,以促进节能改造在全国范围内的全面落实。

0.2 目前国内外建筑评价体系存在的问题

既有居住建筑节能改造工程在国外虽已全面进行,但尚未建成一套适合节能改造的有针对性的考核评价体系;而国内的既有居住建筑节能改造工程则刚刚启动,处于零散的、分散的试点状态,更缺少适用的节能改造评价体系。国内外对于建筑节能改造评价体系的研究较少,而大多集中在建筑的综合评价体系上,如英国建筑研究组织环境评价法(BREEAM),美国能源及环境设计先导计划(LEED),我国的《中国生态住宅技术评估手册》、香港建筑环境评估体系(HK-BEAM)、绿色奥运建筑评估体系及与建筑节能相关的评价等。国内外建筑评价体系存在的问题是:1) 除《中国生态住宅技术评估手册》是针对小区住宅外,其他主要都是针对办公建筑来进行评价的,适用范围较小,无普遍适用的评价体系;2) 评价体系的各评价指标零乱、片面,无统一的标准可循;3) 从现有的评价指标来看,一般包括两大类指标,即能耗类指标和环境类指标。因此,目前采用的评价指标都还是比较初步、零散、片面的,对于整体建筑,完备的评价体系仍未形成。

1 北方既有居住建筑节能改造的评价考核机制与办法

1.1 评价考核的意义

北方供暖地区既有居住建筑节能改造工程是在中央政府的引导下,地方政府根据本地区特点组织实施的庞大工程,参与主体包括供热企业、能源

服务机构、产权单位等。为能够有效地组织、策划、实施节能改造工程,充分调动各方的积极性,确实达到节约能源、减少居民热费支出、改善室内居住热环境质量的目的,必须建立一个梯级的目标考核评价机制以及完善的节能改造评估体系,对各级政府的组织实施工作、改造任务和目标的完成情况、节能改造项目的设计、施工资料进行竣工验收。对成功的项目给予奖励和表扬,对于达不到预期目标的,要分析原因并限期整改,整改后仍达不到预期效果的,给予处罚和批评,并取消该项目的中央财政资金奖励。因此,为出色完成节能改造的任务,切实保证节能改造工程的质量,对项目进行全面质量管理,建立完善的考核评价体系势在必行。

1.2 考核机制与办法

针对北方供暖地区既有居住建筑供热计量及节能改造工作的实施特点,应建立“建设部、财政部—省、自治区、直辖市—市(地)—具体项目”逐级考核的评价考核机制。建设部、财政部考核各省、自治区、直辖市的供热计量及节能改造工作任务实施进度和节能目标完成情况以及对国家财政投入的使用情况。各省、自治区、直辖市建设、财政主管部门对市(地)进行考核,考核工作量完成进度和节能目标完成情况、市级财政对国家财政投入的使用情况。各市(地)级建设、财政主管部门应对实施节能改造的项目逐一进行考核,定期公布各改造项目的进展情况,并将考核结果逐级上报。上级建设、财政主管部门应对下级上报的结果进行审核和抽查,并将结果予以评比和通报。建设部将各地开展既有居住建筑供热计量及节能改造的情况纳入每年全国建筑节能专项检查的考核范围,并将检查结果向社会公示。在这样一个“由上到下,逐级考核”的机制中,各级的考核都有各自不同的侧重点,相应的评价体系也应分级构建,各级考核都有一套完整的评价体系,针对自己的考核侧重点进行有针对性的评价考核。

2 基于寿命周期评价的既有居住建筑节能改造的评价步骤的建立

2.1 寿命周期评价概述

寿命周期评价(life cycle assessment, LCA)作为 20 世纪 90 年代主要环境管理工具之一,已于 1997 年被纳入 ISO 14000 环境管理标准体系的 ISO 14040 标准^[1]中。国际标准化组织(ISO)将

LCA 定义为: LCA 是对产品或服务系统整个寿命周期中与产品或服务系统的功能直接有关的环境影响、物质和能源的投入产出进行汇集和测定的一套系统方法。该组织对其内涵的解释是: 汇总和评价一种产品(或服务)在整个寿命周期内所有投入、产出以及其对环境造成和潜在的影响的方法。ISO 14040 将 LCA 的实施步骤分为目标及范围界定、清单分析、影响评价和改进评价四个部分。建筑作为一类特殊产品, LCA 在该领域的研究与应用近年来也在逐渐深入和发展。

2.2 基于寿命周期评价的既有居住建筑节能改造的评价步骤

针对我国北方供暖地区节能改造的特点, 应建立梯级的评价体系, 不同的评价主体根据各自考核的侧重点, 建立不同的评价指标, 对下级工作进行考核。虽然各级评价指标不尽相同, 但是评价考核的实施步骤应大体一致。本文首先按照 ISO 14040 中确定的寿命周期分析的技术框架^[2], 建立既有居住建筑节能改造的基本评价步骤。

第一步, 目标及范围界定。包括研究目标的明确, 研究范围的界定, 研究深度的确定等内容。任务是要明确考核评价的目标, 确定评价的对象(包括单元住户、楼、换热站等)及其边界, 评价的广度、深度和详尽程度等都要与要求的目标一致, 通过考核评价最终确定目标是否达到。

第二步, 清单分析。寿命周期评价重在数据, 清单分析是 LCA 研究的核心环节。在该阶段, 研究者对产品的寿命周期各阶段的资源、能量、污染物的输入与输出进行数据收集和处理, 以形成各类指标的影响清单^[3]。既有居住建筑节能改造的清单分析是指对改造全过程中的所有相关输入、输出数据(热、电、水、资源、环境等)进行全寿命周期的量化、记录、统计、分析、处理, 建立全面的数据库系统, 并随时监测各数据。

第三步, 影响评价。影响评价是寿命周期评价的核心内容, 也是难度最大的部分, 是指依据一定的评价标准、模式对清单分析中所辨识出来的各类影响进行定量或定性的描述或评价。对于既有居住建筑节能改造, 采用 ISO“三步走”的模型^[4], 即分类、特征化、量化。分类是将从清单分析中得来的数据按照其主要内容分为不同的影响类型; 特征化是按照影响类型建立清单数据模型, 然后为下一

步的量化评价提供依据; 量化是确定不同影响类型的相对贡献大小或权重, 在特定情况下, 将结果进行合并, 以便能够得到一个数字化的可供比较的单一指标, 对不同方面的评价指标进行横向比较, 使评价过程更具客观性。根据层次分析法的原理, 分别建立各级评价指标, 然后按照多指标综合评价法建立指标的数学模型。

第四步, 改造评价。在前几步的基础上, 特别是根据第三步所建的指标体系、数学模型及所得到的结论, 科学地给出该节能改造项目的定位评价, 并与原先设定目标进行比对, 以确定节能改造的最终完成效果。鉴于既有居住建筑节能改造的复杂性与独特性, 这里采用成功度评价法^[3], 对项目的成功度作出定性的评价, 分为 AA, A, B, C, D 五个等级, 最终得到评价结论。等级判定方法如下。

1) 很成功(AA): 改造工程的各项指标都已全面实现或超过目标; 相对成本而言, 项目取得了巨大的效益和影响。

2) 成功(A): 改造工程的大部分目标已经实现; 相对成本而言, 项目达到了预期的效益和影响。

3) 部分成功(B): 改造工程实现了原定的部分目标; 相对成本而言, 项目只取得了一定的效益和影响。

4) 不成功(C): 改造工程实现的目标非常有限; 相对成本而言, 几乎没有产生正面的效益和影响。

5) 失败(D): 改造工程目标无法实现; 相对成本而言, 项目不得不终止。

3 既有居住建筑三级考核评价体系的数学模型的建立

既有居住建筑三级考核评价体系的数学模型, 首先是要根据各级考核评价的内容和侧重点建立评价指标, 再按照层次分析法^[5]划分评价指标的层次, 然后基于多指标综合评价法^[6]将各评价指标进行数学处理, 包括量纲一化和合成化, 最终建立数学模型。

3.1 建设部、财政部对各省、自治区、直辖市的一级考核评价体系

3.1.1 评价指标

建设部、财政部对各省、自治区、直辖市的考核评价, 主要包括计划评价和体系评价两部分, 其中计划评价包括对编制规划、任务分解、制定计划的

评价,体系评价包括对技术标准体系、技术支撑体系、组织实施体系的评价。具体说来分别包括以下内容:1) 按照国家确定的节能改造目标,按时编制改造规划;2) 将节能改造目标及时分解到各市(地);3) 按照节能改造规划制定年度实施计划;4) 结合当地实际编制节能改造相关技术规程、图集等,指导和规范节能改造项目的实施;5) 依托技术能力强的有关大专院校、建筑科研机构等组成当地的技术支撑体系;6) 按照实际情况,建立完善的组织体系,组织实施节能改造。按照层次分析法划分层次 A,B,C,D,评价体系如图 1 所示。

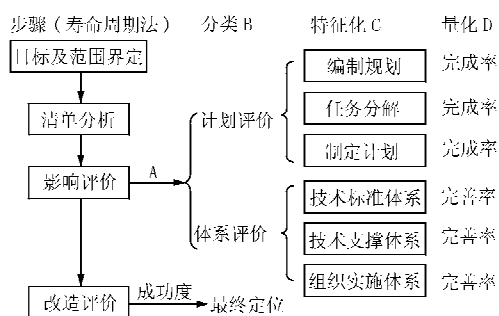


图 1 一级评价体系框架图

3.1.2 量纲一化数学模型

选择直线型量纲一化^[5]法中的极值法。因为极值法对指标数据的个数和分布状况没有什么要求,转化后的数据在 0~1 之间,便于进一步数学处理,而且相对性质较明显,另外就每个数据的转化而言,这种量纲一转化所依据的原始数据信息较少。由于一级评价体系的指标都是由中央政府对地方政府的完成情况打分,将各项指标所得分数分别除以各项指标满分,就可得到量纲一的指标值 D_i ($i=1,2,\dots,6$),见式(1)。

$$D_i = \frac{N_i}{N_{i,\max}} \quad (1)$$

式中 N_i 为各项指标所得分数; $N_{i,\max}$ 为各项指标满分。

3.1.3 合成化数学模型

根据量纲一化后的模型,按照加权线性的方法及层次分析法的思路逐层合成,最终得到最高层 A 的合成值。

合成过程中,权重的确定尤为重要。常用的确定权重的方法主要是德尔菲法(又称为专家法)结合相邻指标比较法^[7]。步骤是先将所选的指标按

一定考虑排好顺序,然后让专家比较相邻指标的相对重要性,给出一个值。通过这些值计算得到各个指标与第一个指标相比的重要性值,最后再进行归一化处理,即可得到各指标的权重值。

对于一级评价体系,B层有 2 个指标,C层有 6 个指标,D层有 6 个指标。由于 C 层指标与 D 层指标是一一对应的,因此 C 层指标的合成值 C_i 可由式(2)得到;B 层的 2 个指标各对应 C 层的 3 个指标,按照事先确定的 C 层指标的权重 w_C ,可由式(3),(4)得到 B 层 2 个指标的合成值 B_1, B_2 ;最后根据 B 层指标的权重 w_B 由式(5)得到一级评价体系的最终评价价值 A。

$$C_i = D_i \quad (2)$$

$$B_1 = \sum_{i=1}^3 C_i w_C \quad (3)$$

$$B_2 = \sum_{i=4}^6 C_i w_C \quad (4)$$

$$A = \sum_{i=1}^2 B_i w_B \quad (5)$$

3.2 各省、自治区、直辖市建设、财政主管部门对市(地)的二级考核评价体系

3.2.1 评价指标

省级建设、财政主管部门委托省级能效测评机构对下级上报的结果进行审核和抽查,并将结果予以评比和通报。省级建设、财政主管部门汇总各城市考核结果,上报建设部、财政部评估。因此,二级考核评价体系应起到“下审上报”的作用,考核内容主要包括改造工程实际节能量和供热计量实施情况。评价体系如图 2 所示。

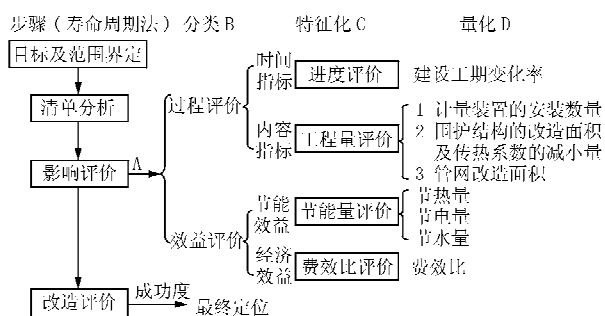


图 2 二级评价体系框架图

二级考核评价体系的评价指标分为过程评价指标和效益评价指标两大类。其中过程评价指标包括进度评价和工程量评价两类。过程评价指标是考察已完成项目的运作实施情况,主要是评估项

目的现状。

进度评价是指考核该项目有没有按时完成,其意义在于了解实际进度与计划进度的差异以及产生差异的原因,分析进度差异对项目现金流的影响。项目进度的主要评价指标为建设工期变化率,其计算公式为

$$\eta = \frac{t_i - t_s}{t_i} \quad (6)$$

式中 η 为建设工期变化率; t_s 为实际工期; t_i 为计划工期。

η 为正值,说明项目提前完成; η 为负值,说明项目没有按时完成; η 值为零,说明项目恰好按时完成。

工程量评价是指在国家相关政策的指引下,该项目进行了哪些技术上的改造,改造面积是多少。评价指标主要包括计量装置的安装数量、围护结构的改造面积及传热系数的减小量、管网改造面积。

当供热计量装置基本安装完毕并确定了改造前的能耗基线时,在上述两类过程评价指标的基础上,增加效益评价指标,即节能量和费效比指标。节能量是指节省下来的热量、电量、水量,它是节能改造评价体系中最核心的内容,即通过计量装置反映的数据科学评价建筑节能改造前后能耗的降低量,其计算式为

$$\Delta E = \frac{E_0 - E}{E_0} \quad (7)$$

式中 ΔE 为节能量; E_0 为改造前的能耗基线; E 为改造后的建筑能耗。

费效比是效益理论的核心概念,是指节能改造项目的费用与效益的比例关系,其计算式为

$$V = \frac{C}{F} \quad (8)$$

式中 V 为费效比; C 为全寿命周期改造费用; F 为项目的总效益,即节能量。

3.2.2 量纲一化数学模型

由于过程评价指标中的进度评价指标——建设工期变化率已经是量纲一的值,无需再进行处理,即有

$$D_1 = \eta = \frac{t_i - t_s}{t_i} \quad (9)$$

因此只需对工程量评价的三个指标进行量纲一化。

1) 计量装置的安装数量。这是一个数量指标,考虑到安装计量装置的特点,最终选择式(10)计算。

$$D_2 = \frac{N}{N_{\max}} \quad (10)$$

式中 N 为计量装置的安装个数; $N_{\max}$ 为最大安装数量。

2) 围护结构的改造效果,包括改造面积和传热系数的减小量。改造面积是正指标,传热系数是负指标,分别进行量纲一化后,再进行乘法合成^[6],最终得到其量纲一计算式为

$$D_3 = \frac{S}{S_{\max}} \frac{K_0 - K}{K_0} \quad (11)$$

式中 S 为围护结构改造面积; $S_{\max}$ 为最大改造面积; K_0 为改造前围护结构的传热系数; K 为改造后围护结构的传热系数。

3) 管网改造面积。量纲一化方法与计量装置的安装数量相同,其计算式为

$$D_4 = \frac{S'}{S'_{\max}} \quad (12)$$

式中 S' 为管网改造面积; $S'_{\max}$ 为管网最大改造面积。

节能量评价指标包括节热量、节电量、节水量三个指标,由式(7)得到的本身也是量纲一的值,因此不必再进行量纲一化,直接得到指标式(13)~(15)。

$$D_5 = \Delta E_{\text{热}} = \frac{E_{0\text{热}} - E_{\text{热}}}{E_{0\text{热}}} \quad (13)$$

$$D_6 = \Delta E_{\text{电}} = \frac{E_{0\text{电}} - E_{\text{电}}}{E_{0\text{电}}} \quad (14)$$

$$D_7 = \Delta E_{\text{水}} = \frac{E_{0\text{水}} - E_{\text{水}}}{E_{0\text{水}}} \quad (15)$$

费效比指标是一个负指标,值越小越好,基准费效比设为 2 000 元/t,其量纲一化计算式为

$$D_8 = \frac{2\,000 - V}{V} \quad (16)$$

3.2.3 合成化数学模型

对于二级评价体系,B层有 2 个指标,C层有 4 个指标,D层有 8 个指标。结合图 2,按照事先确定的权重 w_{Ci} , w_{Di} ,可由式(17)~(22)得出 C、B 层的各量纲一指标值 C_i ($i=1\sim 4$) 和 B_i ($i=1,2$),再根据 B 层的权重 w_{Bi} 即可得出二级评价体系的最终评价价值 A 。

$$C_1 = D_1 \quad (17)$$

$$C_2 = \sum_{i=2}^4 D_i w_{D_i} \quad (18)$$

$$C_3 = \sum_{i=5}^7 D_i w_{D_i} \quad (19)$$

$$C_4 = D_8 \quad (20)$$

$$B_1 = \sum_{i=1}^2 C_i w_{C_i} \quad (21)$$

$$B_2 = \sum_{i=3}^4 C_i w_{C_i} \quad (22)$$

3.3 各市(地)级建设、财政主管部门对节能改造项目的三级考核评价体系

3.3.1 评价指标

各市(地)级建设、财政主管部门应对实施节能改造的项目逐一进行考核,每年要定期公布各改造项目的进展情况,并将考核结果逐级上报。三级考核评价体系是针对具体项目进行的全方位评价,因此它应该是各级评价体系中具体、最完整、最全面的。按照项目后评价体系的思路,建立具体评价指标,从各个角度综合评价改造项目,评价体系如图 3 所示。

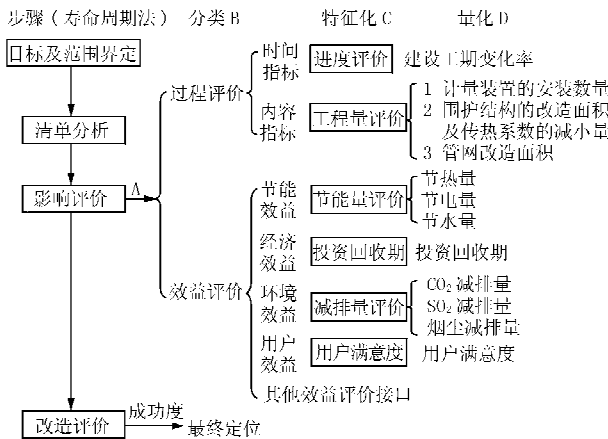


图 3 三级评价体系框架图

三级评价体系与二级评价体系相比,增加了环境效益和用户效益的评价指标,同时将经济效益指标改为了更直接的投资回收期指标,这也是基于寿命周期分析和项目后评估的思想建立的,将节能改造项目作为一个整体进行全面评价。另外,它还提供了一个其他效益评价接口,这是允许评价人员根据项目的实际情况,自由选择增加一些其他的评价内容,进行全面考核评价,方法与以上评价方法相同。

经济效益评价指标是指财务上的经济评价指标,主要内容和项目前评估差别不大,最常用的评价指标为项目的投资回收期。投资回收期指的是节能投资与累计节能收益之间达到平衡所需的时间^[8]。投资回收期分为静态投资回收期和动态投资回收期。当进行粗略计算时,一般采用静态投资回收期,计算公式见式(23)。而为了评价和比较工程技术方案的经济效果,通常采用动态投资回收期进行分析。动态投资回收期是指在给定基准贴现率 i 的情况下,用项目方案的净现金收入偿还全部投资的时间^[9]。具体到既有居住建筑节能改造问题,是指因采用各种节能改造技术所增加的投资,用节省的能源费用予以全部偿还,究竟需要多长的时间,其计算公式见式(24)。

$$T_j = \frac{F_0}{F_y} \quad (23)$$

$$T_d = \frac{-\lg\left(1 - \frac{F_0 i}{F_y}\right)}{\lg(1 + i)} \quad (24)$$

式(23), (24)中 T_j 为静态投资回收期; F_0 为节能技术投资总额; F_y 为每年节省的运行费用(主要是能源费用); T_d 为动态投资回收期。

应支持并加快改造投资回收期不超过 5 年的项目;鼓励引导并推荐改造投资回收期为 5~8 年的项目;对评估投资回收期超过 8 年的项目,应积极应用技术创新和市场手段缩短投资回收期。

针对国务院节能减排的工作方案,这里引入了环境效益指标,即减排量指标,是指由于采用了一系列的节能措施,导致能源消耗量下降所引起的 CO_2 , SO_2 , 烟尘等污染物排放量的减少^[10]。对既有居住建筑进行节能改造,节能量与减排量是息息相关的,能源消耗量的减少最终导致污染物排放量的减少。减排量的计算公式为

$$\Delta m = \frac{m_0 - m}{m_0} \quad (25)$$

式中 Δm 为减排量; m 为改造后的污染物排放量; m_0 为改造前的污染物排放量。

北方供暖地区既有居住建筑的节能改造离不开老百姓的支持与响应,而广大用户也是节能改造工程的受益者之一,因此用户效益也是应该考虑的。这里用用户满意度这个指标来评价用户效益,可以分为两方面内容,一是改造服务过程中的满意

度,如施工质量、服务质量等;二是改造后的满意度,如室内热环境的改善、热费支出的减少等。最好采取客户群结构抽样调查,充分了解用户对施工质量、改造效果等方面的反馈信息,还可对下一个项目的开发形成很好的指导。数据经过处理后,最终用一个百分数来表示对节能改造工程满意的居民所占的百分比。

3.3.2 量纲一化数学模型

与二级评价体系相比,三级评价体系在 C 层增加了经济、环境、用户效益指标,相应 D 层也增加了 5 个指标值。下面分别将这些指标进行量纲一化。

1) 投资回收期。它是一个负指标,值越小越好,基准投资回收期设为 8 年,其量纲一化计算公式为

$$D_8 = \frac{8 - T}{8} \quad (26)$$

式中 T 为工程投资回收期(静态或动态)。

2) CO_2 , SO_2 , 烟尘减排量。由式(25)得到的本身即是量纲一的值,因此不必再进行量纲一化,直接得到指标公式(27)~(29)。

$$D_9 = \Delta m_{\text{CO}_2} = \frac{m_{0\text{CO}_2} - m_{\text{CO}_2}}{m_{0\text{CO}_2}} \quad (27)$$

$$D_{10} = \Delta m_{\text{SO}_2} = \frac{m_{0\text{SO}_2} - m_{\text{SO}_2}}{m_{0\text{SO}_2}} \quad (28)$$

$$D_{11} = \Delta m_{\text{烟尘}} = \frac{m_{0\text{烟尘}} - m_{\text{烟尘}}}{m_{0\text{烟尘}}} \quad (29)$$

3) 用户满意度。其本身也是一个百分数,不必再进行量纲一化处理,直接得到 D_{12} 。

3.3.3 合成化数学模型

对于三级评价体系, B 层有 2 个指标, C 层有 6 个指标, D 层有 12 个指标。 B_1 与 C_3 的计算方法与二级评价体系相同; C_4 , C_6 由式(30), (31)计算; C_5 由式(32)计算; B_2 由式(33)计算。由计算出的 B_i 值和对应的权重最终可得到三级评价体系的评价值 A 。

$$C_4 = D_8 \quad (30)$$

$$C_6 = D_{12} \quad (31)$$

$$C_5 = \sum_{i=9}^{11} D_i w_{D_i} \quad (32)$$

$$B_2 = \sum_{i=3}^6 C_i w_{C_i} \quad (33)$$

3.4 基于成功度评价法的最终定位评价

以上建立了各级评价指标体系的数学模型,通过该体系最终会得到一个综合评价值 A , 它的取值范围在 0~1 之间。按照寿命周期分析的实施步骤,应根据所得到的 A 值,给出一个改造评价的最终定位。这里按照成功度评价法,依据专家经验把 0~1 区间划分为五个子区间,即五个评价等级的取值范围,再根据所得到的 A 值将改造评价最终定位于 AA 级、A 级、B 级、C 级或 D 级。

4 结语

本文按照寿命周期分析的评价步骤,建立了中国北方供暖地区既有居住建筑供热计量及节能改造的三级评价体系,同时根据多指标综合评价法,结合层次分析法、成功度评价法,构建了评价体系的数学模型,为系统、科学、全面、客观地评价节能改造项目提供了一整套科学的方法,具有重要的现实意义。

参考文献:

- [1] ISO. ISO 14000 Environmental management life cycle assessment principles and framework [S]. Geneva: ISO, 1997
- [2] 张旭. 基于生命周期分析的建筑物能耗评价方法[J]. 制冷空调与电力机械, 2002, 23(4): 1-4
- [3] 王广浩, 周坚. 项目后评价方法探析[J]. 科技进步与对策, 2004, 21(1): 97-99
- [4] 霍李江. 生命周期评价 LCA 综述[J]. 中国包装, 2003 (1): 42-46
- [5] 吴扬, 杨青. 基于 AHP 和模糊数学的建筑节能性能评估[J]. 建筑经济, 2007(3): 48-50
- [6] 邱东. 多指标综合评价方法的系统分析[M]. 北京: 中国统计出版社, 1991: 179-180
- [7] 胡永宏, 贺思辉. 综合评价方法[M]. 北京: 科学出版社, 2000: 39-44
- [8] 刘爱芳, 张彩庆, 段铷. 建筑节能评价指标体系的构建[J]. 电力需求侧管理, 2006, 8(1): 39-42
- [9] 钱峰, 郑中磊. 变频技术在空调节能改造中的应用初探[J]. 建筑热能通风空调, 2002, 21(5): 51-52
- [10] 戴雪芝, 何维达, 狄彦强. 建筑节能经济激励政策多指标综合评价体系研究[J]. 建筑科学, 2007, 23(2): 54-60

作者更正

2007 年第 8 期第 88 页右栏第 19 行的“第二种情况”应为“第一种情况”;第 23 行的“但前后却又矛盾”去掉。特此更正。

(许钟麟)