

旧工业建筑(群)再生利用效果评价方法研究

陈旭, 李慧民

(西安建筑科技大学土木工程学院, 陕西 西安 710055)

摘 要:现阶段国内旧工业建筑(群)再生利用项目缺乏配套的系统性评价体系. 为了完善我国在该方面的研究, 在建立相应的指标体系基础上, 将项目划分为四个阶段, 分阶段逐层次对项目进行评价, 提出了一种适合多阶段, 且存在多级指标和不同类型变量、递进式评价的可拓优度评价模型, 建立起对旧工业建筑(群)再生利用项目进行寿命期内全过程效果评价的体系. 通过实例验证, 评价过程较易理解, 评价方法可操作性强, 便于推广实行.

关键词:旧工业建筑(群); 再生利用; 评价方法

中图分类号: TU 471. 99

文献标志码: A

文章编号: 1006-7930(2013)03-0397-05

20世纪90年代,我国各大城市中相当多的工业遗产在“拆”与“留”、废弃与再利用之间存在着激烈的碰撞,而在这种碰撞过程中,前者占据了一定比例^[1].但是,随着近年来我国总体的快速发展,社会的稳定、历史文化的保护和生态环境的保护越来越受到重视,尤其是在十八大报告中,也已明确提出大力推进包括建设生态文明型社会在内的“五位一体”发展布局.所以,通过大拆大建利用旧工业厂区土地的建设已经不符合时代的发展要求^[2-3],而低能耗、低污染、可持续、可循环、有效维系社会稳定的建设模式更符合我国现阶段的政策方针,适应社会建设发展潮流.由此再生利用项目的开展已成为今后城市旧工业区建设的主要趋势.

通过分析国内外旧工业再生利用研究现状以及项目评价研究可知,尽管目前对于旧工业再生利用研究及其重要性有了一定的认识,但国内外缺乏对再生利用相关问题的系统性研究.尤其在我国旧工业建筑(群)再生利用评价研究中评价体系的研究尚处于起步阶段,研究多集中在旧工业建筑的建筑设计、功能转换、价值分析等相对局部的问题上,缺乏从系统性和整体性角度进行分析.在对全国旧工业重点城市再生利用项目的调研信息分析的基础上,研究选取了符合旧工业建筑(群)再生利用项目特点的可拓优度评价方法对其进行评价.这种方法不仅从动态和系统的角度研究了旧工业再生利用项目的结构和本质,而且更适用于多阶段、多级指标、不同类型变量共存、递进式的评价体系.

1 旧工业建筑(群)再生利用评价指标体系

由于我国各城市旧工业建筑(群)再生利用的项目成功案例数量有限,加之各地区经济、文化、地理环境多有差异,影响项目实施的不确定因素繁多,而且缺乏可参考的有效历史数据.研究通过参考国内外多个国家的绿色建筑评价体系^[4-6],遵循其基本原则,总结对其它工程项目评价体系的相关研究文献^[7-9],初步确定出指标范围.通过分析全国范围内96个项目实地调研的信息,运用德尔菲法和统计学方法分析,确定出优选后的评价指标,建立经济、社会与环境三维模式的旧工业建筑(群)再生利用评价指标体系.

在旧工业建筑(群)再生利用评价理论及应用的研究过程中,研究旨在于实现可用于对再生利用项目寿命期内进行全过程评价的评价方法,那么相应的评价指标体系也需相应调整.对于一个完整的工程项目来说,无论其时间跨度还是空间跨度都相当大,影响项目发展的不确定因素也会随项目进程不尽相同.同时,用于评价的指标在项目的不同阶段所涉及的工程内容和体现的重要程度都会不同,所以研究

收稿日期:2012-09-17 修改稿日期:2013-05-05

基金项目:国家自然科学基金资助项目(51178386);陕西省自然科学基金资助项目(2009JM7003)

作者简介:陈旭(1974-),男,四川自贡人,博士,讲师,主要从事土木工程建设与管理方向研究.

对旧工业再生利用项目采取分阶段的全过程评价,而将各指标运用可拓判别方法归类到项目进展的不同阶段,如表1所示。

2 评价模型建立

2.1 可拓优度评价方法

(1)衡量指标.可拓优度评价方法是对一个对象的优劣性评价,首先要规定衡量指标.优劣是相对于一定标准而言,评价一个对象的优劣必须反映出利弊的程度,以及可能的变化情况.因此要求根据实际问题的需要,制定出符合经济、社会和环境要求的评价标准.衡量指标 $SI = \{SI_1, SI_2, \dots, SI_n\} (i = 1, 2, \dots, n)$, 其中 $SI_i = (c_i, V_i)$ 是特征元, c_i 是评价特征, V_i 矢量化的量值域.如果对于多级衡量指标, $SI = \{SI_1, SI_2, \dots, SI_n\}$ 为一级衡量指标; $SI_i = \{SI_{i1}, SI_{i2}, \dots, SI_{im}\} (j = 1, 2, \dots, m)$ 二级衡量指标,以此类推。

(2)规范关联度.对某个被评价对象 Z , 若关于衡量优劣的指标 SI , 符合规定的量值范围 X_0 , 量值允许的取值范围为 X , 量域为 V , 建立关联函数 $K(z)$ 表示对象 Z 符合要求的程度,称为 Z 关于衡量指标 SI 的关联度.设 Z 关于 SI 的关联度 $K(z)$, 则 $\frac{K(z)}{\max_{x \in V} |K(x)|}$ 称为 Z 关于衡量指标 SI 的规范关联度。

(3)优度.对于某一被评价对象 Z , 若衡量指标集为 $SI = \{SI_1, SI_2, \dots, SI_n\}$, Z 关于 SI_i 的规范关联度为 k_i , SI_i 的权系数为 α_i (表示衡量指标 SI_i 的相对重要程度), 且 $0 \leq \alpha_i \leq 1$. 本研究通过改进的层次分析法计算出各衡量指标的权重数^[10]. 通常情况下要求所有衡量指标的综合关联度大于 0

即认为对象 Z 符合要求, 则优度定义为 $C(Z) = \sum_{i=1}^n \alpha_i k_i$.

2.2 评价指标体系中衡量指标的量值域确定

在可拓学中通常依照量值域的一般确定原则给出各评价指标量值域.在再生利用评价指标体系中, 部分指标属定量指标可直接确定出其经典量值域, 而一些指标属定性指标, 只能通过模糊数学理论将其转化为语言变量, 进而给出其模糊量值域.但可拓学中的可拓域囊括了经典域和模糊域这两部分论域, 所以应用可拓优度评价法可直接融合两种论域进行评价研究.研究根据项目各阶段各指标所包含内容不同, 分别设定其量值域, 如表3所示.例如, 在决策阶段中的衡量指标项目投资计划(SI_{11})是一种程度描述, 属模糊衡量, 则量值域为 $[0, 1]$, 当评价值为 1 时关联度最大; 而动态回收期(SI_{15})的量值域设定要根据预期值, 应考虑不同的项目合理区设定为 $[a_{15}, b_{15}]$, 当评价值为 a_{15} 时关联度最大。

2.3 各评价阶段的首次评价标准设定

在优度评价之前应进行关于非满足不可条件的首次评价, 这是可拓优度评价方法的特点, 因为只有符合了非满足不可条件的首次评价之后, 再对优度进行评判才能更符合实际情况.本课题研究将国家及

表1 旧工业建筑(群)再生利用评价指标体系

Tab. 1 Old industrial buildings recycling evaluation index system

指标类别	指标名称	指标阶段分类			
		1	2	3	4
经济指标	项目投资计划 SI_{11}	✓	✓		
	项目融资模式 SI_{12}	✓			
	项目技术方法优势 SI_{13}	✓	✓	✓	✓
	阶段成本 SI_{14}	✓	✓	✓	✓
	动态回收期 SI_{15}	✓			
	内部收益率 SI_{16}	✓			
社会指标	对区域经济发展的影响 SI_{21}	✓			✓
	改善公共卫生环境的能力 SI_{22}	✓	✓		✓
	与周围环境的协调性 SI_{23}	✓	✓		✓
	提供就业机会的能力 SI_{24}	✓			
	对区域其它活动提供配套设施的能力 SI_{25}	✓	✓		✓
	过程中对周边居民的干扰程度 SI_{26}	✓	✓	✓	✓
	对自然、历史、文化遗产的保护程度 SI_{27}	✓	✓	✓	✓
	对区域形象的提升能力 SI_{28}	✓	✓	✓	✓
环境指标	与区域地理环境的结合程度 SI_{31}	✓	✓		
	对可再生能源的利用程度 SI_{32}	✓	✓		✓
	对可再利用或可循环材料的使用程度 SI_{33}		✓	✓	✓
	节能措施对总能耗的降低程度 SI_{34}		✓	✓	✓
	对土地资源的合理利用程度 SI_{35}	✓	✓		
	节水及优化水资源的能力 SI_{36}		✓	✓	✓
	室内环境质量水平 SI_{37}		✓		✓
	对废弃物的分类处理能力 SI_{38}		✓	✓	✓
	空气污染程度 SI_{39}			✓	✓
	噪音污染程度 SI_{310}			✓	✓
	特殊污染源污染处理程度 SI_{311}	✓	✓	✓	✓
	绿色建筑运营管理表现 SI_{312}				✓

注:表中数字1~4分别表示决策阶段、设计阶段、施工阶段和使用维护阶段。

地区的政策法规和规范标准中的强制性条文作为旧工业建筑(群)再生利用各评价阶段的非满足不可条件.如果项目评价未通过首次评价应进行相应整改之后再行进行优度评价.

2.4 关联函数的建立

关联函数是可拓学理论中的量化工具,可拓优度评价方法中通过关联函数建立指标的评定值与标量值域之间的关联度,由此进行评价.根据已经设定的旧工业建筑(群)再生利用项目各评价阶段衡量指标的标量值域属性,选用关联函数如下^[11]:

对于量值域为正的有限区间 $X = \langle a, b \rangle$, $M \in X$,

$$k(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{M-a}, & x \leq M \\ \frac{b-x}{b-M}, & x \geq M \end{cases} \quad (1)$$

则 $k(x)$ 满足如下性质:(1) $k(x)$ 在 $x = M$ 处达到最大值,且 $k(M) = 1$; (2) $x \in X$, 且 $x \neq a$, $b \Leftrightarrow k(x) > 0$; (3) $x \notin X$, 且 $x \neq a, b \Leftrightarrow k(x) < 0$; (4) $x = a$ 或 $x = b \Leftrightarrow k(x) = 0$.

根据设定量值域情况,考察下列三种特殊情况.例如决策阶段的衡量指标选用的关联函数如表3所示.

$$(1) \text{ 当 } M = \frac{a+b}{2} \text{ 时, } k(x) = \begin{cases} \frac{2(x-a)}{b-a}, & x \leq \frac{a+b}{2} \\ \frac{2(b-x)}{b-a}, & x \geq \frac{a+b}{2} \end{cases} \quad (2)$$

$$(2) \text{ 当 } M = a \text{ 时, } k(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a}, & x < a \\ \frac{b-x}{b-a}, & x > a \\ k(a) = 0 \vee 1, & x = a \end{cases} \quad (3)$$

$$(3) \text{ 当 } M = b \text{ 时, } k(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a}, & x < b \\ \frac{b-x}{b-a}, & x > b \\ k(b) = 0 \vee 1, & x = b \end{cases} \quad (4)$$

2.5 优度评判标准的设定

通过设定优度的评判标准对计算出的优度进行评判.旧工业建筑(群)再生利用项目的可拓优度评价标准考虑两步控制,首先对二级衡量指标的关联度取小,如果存在负值则需进行一次整改,然后对整改后结果进行最终优度评价.

(1)在第一次计算得出二级衡量指标的规范关联度后,作如下判断 $C(Z_{ij}) = \bigwedge_{j=1}^n k_{ij}$, $i = 1, 2, 3$, 当 $C(Z_{ij}) < 0$ 时,对出现负关联度的子目进行整改.

(2)在整改后重新进行逐级优度计算.考虑到评价阶段的控制是从决策阶段开始,而随着旧工业建筑(群)再生利用项目的实施,假设条件和不确定因素逐渐减少,项目可收集到的准确信息逐渐增多,因此优度评价标准以决策阶段控制较为宽松,表2 旧工业建筑(群)再生利用项目各评价阶段优度评判标准逐级严格控制^[7].旧工业建筑(群)再生利用项目各评价阶段优度评判标准见表2.

Tab. 2 Old industrial building recycling projects superiority evaluation criteria for each stage

评价阶段	决策阶段	设计阶段	施工阶段	使用维护阶段
优度评判标准	0.6	0.65	0.7	0.7

3 实例分析

20世纪90年代,随着产业结构调整,某钢铁厂由于产品不能满足市场的需求,在经历多次改革尝试后,终未能跟进市场发展的潮流,于1999年宣告停产.某科教产业公司在市政府的支持下,收购原钢厂,建立科技产业园.在结合原有的建筑资源、区位环境以及市政总体规划布局基础上,对产业科技园区进行了整体规划,将整个园区划分为教育园区、创意产业园区和开发园区等部分.某独立学院作为教育

园区是产业科技园的重要组成部分,建设始于2002年,通过对原有旧工业建筑的改造利用校园建设现已有一定规模^[12]。

科研团队随产业公司一同进驻园区,主要从事改造项目的主持、策划和实施工作,以及相应的科研和教学活动。期间,积累了丰富的再生利用项目建设经验并集聚了大量的科研数据信息。由于篇幅原因,文中只给出表3项目建筑群体在决策阶段所采集的部分数据和计算分析结果。

(1)首次评价。决策阶段始于各项目策划初期,查看项目过往资料未发现有违反国家和地方的政策法规以及行业规范标准的强制规定,达到了非满足不可的条件要求,因此可以进行关联度的计算。

(2)关联度计算。在两步控制中,对二级衡量指标的关联度进行取小运算,未发现存在负向关联度项(见表3),表明各项均不必进行整改,可进行优度计算。

(3)优度计算。应用公式 $C(Z) =$

$\sum_{i=1}^n \alpha_i \sum_{j=1}^m \alpha_{ij} k_{ij}$ 计算出决策阶段的优度为

0.67(见表3),其大于设定标准值0.6,所以可认为决策阶段通过优度评价,表明决策阶段情况良好。在项目通过设计、施工及使用维护阶段优度评价的基础上,表明项目满足全过程经济、社会及环境各方面的要求,符合项目可持续发展的标准。然而,也可看出计算的优度只是勉强达到标准,而在园区开发后的实际运营中,使用者和周边居民的主观满意度普遍较高。出现这种结果主要是由于在项目的每个阶段都是执行两阶段双控优度评价,对应的评判标准也比其它参考规范要求更高。

4 结 论

对于文中建立的基于可拓优度法的旧工业建筑(群)再生利用效果评价模型和相关的实例论证,研究结果分析如下:(1)为了实现旧工业建筑(群)再生利用项目进行寿命期内全过程评价,需将项目划分为四阶段进行评价。进而提出适合这种多阶段,并且适合多级指标、不同类型变量共存、递进式的评价模型——可拓优度评价模型。(2)由于用于评价的指标在项目的不同阶段所涉及的工程内容和体现的重要程度都不尽相同,所以将各指标运用一定方法归类到项目的不同阶段,从而也满足了这种分阶段的全过程评价方法。(3)通过模型在实例中的应用可看出,评价过程较易理解,评价方法可操作性强,便于推行。

参考文献 References

- [1] 阳建强,吴明伟.现代城市更新[M].南京:东南大学出版社,1999.
YANG Jian-qiang, WU Ming-wei. The modern city update[M]. Nanjing: Southeast university press,1999.
- [2] 许清风,朱春明,朱 雷.既有工业建筑的可持续改造利用[J].工业建筑,2007,37(12): 43-46.
XU Qing-feng, ZHU Chun-ming, ZHU Lei. Sustainable renovation and reuse of existing industrial buildings[J]. Industrial construction, 2007,37(12): 43-46.
- [3] 刘金为,周保卫.旧工业建筑改造再利用新进展[J].工业建筑,2008,38(8):31-34.
LIU Jin-wei, ZHOU Bao-wei. New progress in the renovation of old industrial buildings[J]. Industrial construc-

表3 决策阶段评价价值和关联度

Tab. 3 Decision-making stage evaluate value and related degree

一级指标		二级指标						优度
SI_i	α_i	SI_{ij}	V_{ij}	α_{ij}	K_{ij}	评价价值	关联度	
SI_1	0.442	SI_{11}	[0,1]	0.118 8	式(4)	0.82	0.82	0.67
		SI_{12}	[0,1]	0.102 2	式(4)	0.75	0.75	
		SI_{13}	[0,1]	0.182 3	式(4)	0.78	0.78	
		SI_{14}	[500,1 500]	0.298 9	式(2)	1250	0.5	
		SI_{15}	$[a_{15}, b_{15}]$	0.121 1	式(3)	缺失	缺失	
		SI_{16}	$[a_{16}, b_{16}]$	0.176 6	式(4)	缺失	缺失	
SI_2	0.332	SI_{21}	[0,1]	0.270 4	式(4)	0.83	0.83	0.67
		SI_{22}	[0,1]	0.108 5	式(4)	0.65	0.65	
		SI_{23}	[0,1]	0.081 0	式(4)	0.67	0.67	
		SI_{24}	[0,1]	0.090 1	式(4)	0.5	0.5	
		SI_{25}	[0,1]	0.036 2	式(4)	0.45	0.45	
		SI_{26}	[0,1]	0.062 6	式(3)	0.25	0.75	
		SI_{27}	[0,1]	0.242 9	式(4)	0.75	0.75	
		SI_{28}	[0,1]	0.108 5	式(4)	0.74	0.74	
SI_3	0.226	SI_{31}	[0,1]	0.131 5	式(4)	0.68	0.68	0.67
		SI_{32}	[0,0.15]	0.394 5	式(4)	0.06	0.4	
		SI_{33}	[0,1]	0.322 9	式(4)	0.74	0.74	
		SI_{34}	[0,1]	0.151 1	式(4)	0.65	0.65	

- tion, 2008, 38(8): 31-34.
- [4] 美国绿色建筑委员会. LEED Green Building Rating System TM Version 2.0[M]. 彭梦月, 译. 北京: 中国建筑工业出版社, 2002: 1-55.
- U. S. Green Building Council. LEED Green building rating system TM version 2.0[M]. Peng Meng-yue, Translated. Beijing: China building industry press, 2002: 1-55.
- [5] 日本可持续建筑协会. Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency(CASBEE)[M]. 石文星, 译. 北京: 中国建筑工业出版社, 2005: 10-28.
- Sustainable architectural institute of Japan. Comprehensive assessment system for building environmental efficiency (CASBEE)[M]. SHi Wen-xing, Translated. Beijing: China building industry press, 2005: 10-28.
- [6] 黄琪英. 国内绿色建筑评价的研究[D]. 成都: 四川大学, 2005.
- HUANG Qi-ying. Study on assessment of green building in China[D]. Chengdu: Sichuan university, 2005.
- [7] 江亿, 林波荣. 北京奥运建设与绿色奥运评估体系[J]. 建筑科学, 2006, 22(5): 1-6.
- JIANG Yi, LIN Bo-rong. Beijing olympic construction and evaluation system of green olympics[J]. Building science, 2006, 22(5): 1-6.
- [8] 甘琳, 申立银, 傅鸿源. 基于可持续发展的基础设施项目评价指标体系的研究[J]. 土木工程学报, 2009, 42(11): 133-138.
- GAN Lin, SHEN Li-yin, FU Hong-yuan. Study of the infrastructure project evaluation factors based on sustainable development[J]. China Civil Engineering Journal, 2009, 42(11): 133-138.
- [9] 田卫. 高速公路专项养护工程风险评估与安全管理研究[D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2011.
- TIAN Wei. Research on risk assessment and safety management of highway special maintenance project[D]. Xi'an: Xi'an Univ. of Arch. & Tech., 2011.
- [10] 闫瑞琦. 旧工业建筑再生利用中节能保温技术应用研究[D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2008.
- YAN Rui-qi. Study on application of Energy-saving and heat insulation technology in transformation for reusing of the old industrial building[D]. Xi'an: Xi'an Univ. of Arch. & Tech., 2008.
- [11] 杨春燕, 蔡文. 可拓工程[M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- YANG Chun-yan, CAI Wen. Extension engineering[M]. Beijing: Science press, 2007.
- [12] 闫瑞琦. 旧工业建筑(群)再生利用项目评价体系研究[D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2012.
- YAN Rui-qi. The research on evaluation system of old industrial buildings(group) regeneration utilization project [D]. Xi'an: Xi'an Univ. of Arch. & Tech., 2012.

Study on recycling effect evaluation method for old industrial building complex

CHEN Xu, LI Hui-min

(School of Civil Engineering, Xi'an Univ. of Arch. & Tech., Xi'an 710055, China)

Abstract: Deficiency of the corresponding systematic evaluation for the recycling projects of old industrial buildings (group) exist in China at present. Based on setting up the corresponding index system, the process to set up the evaluation needs to divide the project into four stages in order to achieve the staged evaluation for the project. This kind of extension superiority system model is invented, which is suitable for those multi-stage types and with multi-stage indexes, different types of variables and increment evaluation. The evaluation process to be easy for understanding, good maneuverability and convenient wide-implementing based on examples.

Key words: *old industrial buildings(group); recycling; evaluation methods*