

西南山地区域装配式低层建筑设计指标分析与评价研究

张岭江 尹梦垒 童沁 肖晗苑 张书

重庆邮电大学 重庆 400065

【摘要】目的 为了更好地促进山地区域设计细分市场的标准化,为决策者提供更有力的理论支撑。方法 结合《装配式建筑评价标准》GB/51129/2017 等基础上广泛征求大量施工企业、行业专家的相关意见,根据语义聚类法构建西南山地区域装配式低层建筑设计指标分析与评价指标。最后结合指标分析给出想对应设计解决方案。结论 通过对西南山地区域低层装配式建筑指标分析与评价、最终可以得出相应的设计解决方案。

【关键词】西南山地区域;低层装配式建筑;指标体系;语义聚类法;评价和方案

装配式低层建筑作为一种结构简单,施工期短,成本低廉,且轻巧灵活的居住空间,具有广泛的应用前景。随着西南山地区域新型城镇化建设的加快以及建设需求的增加,推广装配式建筑不仅能够有效的缓解劳动力不足带来的冲击,还能提升山地区域居住环境。同时也符合国家发展建筑产业化的相关政策,是我国装配式建筑市场中重要的组成部分。但西南山地区域装配式底层建筑设计市场具有典型的利基属性。其独特的自然环境,个性化的建设需求,离散型的项目分布,突发性的建筑需求与平原地区有着较大的差异。当前由于装配式建筑设计体系还不够完善,设计评价标准适应性不足,制约着装配式建筑技术体系的完善和发展。本文基于底层装配式建筑评价设计研究构建一套适应山地区域低层建筑的设计评价指标体系。以期促进山地区域设计细分市场的标准化,为建筑化设计端口指明方向,从而为项目决策者提供理论支撑。(研究背景,意义)

当前装配式建筑领域主要集中在可在持续发展、绿色度评价、成本控制、建筑生态环境效益评价、技术评价与项目决策分析、建筑户型设计方面相关研究,如在可持续发展方面蔡洪斌(2015)指出目前大多数国家在构建评价体系的过程中缺乏相应的机制来应对和满足地域性等。在绿色度评价方面徐阳(2013)针对不同区域环境特征的关键性评价指标和权重体系进行了实例分析。在成本控制方面蔡军(2003)提出应在装配式建筑的前期设计阶段精确成本,并以层次法对不同目标成本方案进行评价。在建筑生态环境效益评价方面马丁(2014)根据装配式建筑的施工工艺与技术特点,从预制构件的生产阶段与安装阶段着手,构件了装配式建筑的生态环境效益评价指标体系。在技术评价与项目决策分析方面李俊(2010)阐述了建设项目决策分析与评价的重要性,介绍了其基本工作要求、程序和主要内容,指出建设项目决策分析与评价是企业取得经济效益的重要手段。在建筑户型设计方面相关研究方面刘璐(2016)着重分析了城市住宅户型供应结构、建设主体、户型发展、户型设计等方面存在的问题及发展趋势,同时从监管和评价的角度提出“4+2+1”的宜居户型评价指标体系及评价方法。

一、 各类指标分析

本文在广泛调研西南山地低层建筑设计市场特征并结合《装配式建筑评价标准》GB/51129/2017 等基础上,广泛征求大量施工企业、行业专家的相关意见,结合语义聚类法构建了西南山地区域装配式低层建筑设计指标分析与评价指标。主要评价指标维度如下:

a. 方案整体设计

装配式建筑的方案设计,主要为了解决预制构件的工业化生产问题。使其在设计端口进行表现结构的深化能力、施工配件的深化设计能力、构件设计与构件连接技术的安全性、可靠性、易于施工性、等能力。

b. 项目实施设计

项目实施设计的指标主要是包括装配式低层建筑在项目实施设计中应用装配化施工组织与管理水平、装配化施工技术与工艺、

装配化施工质量等,也包括技术可以在市场中应用的灵活程度。

c. 项目场地设计

借鉴山地区域建筑设计规范的要求,装配式低层建筑的场地设计,应该在建设用、建筑布局、功能分区、交通组织、消费步道、竖向设计、隐蔽工程、景观绿化方面做出因地制宜的调整。

d. 项目建筑设计水平

西南山地区域装配式低层建筑的建筑设计,除满足规模化、工业化生产与装配式建造的基础上,还应该处理好建筑、山体景观、植物三者之间的关系。

e. 项目消防设计水平

装配式低层建筑的消防设计水平,包括耐火等级、安全出口、室外疏散及屋面、消防电梯均应该符合西南山地区域山地建筑对消防设计的规范要求,为消防设施提供必要的外部环境。

f. 项目结构设计水平

该项目主要评价不同体系装配式低层建筑技术在复杂地形条件下的适应力包括抗震设计、接地设计、节水设计、隐蔽工程的大小等。

g. 项目设备设施设计水平

项目设施设备水平评价,是对装配式低层建筑在山地区域用外部环境的补充,用于解决预制构件设计与供水设施的匹配度、供电设备与预制构件的匹配度、供暖设备与预制构件的匹配度。

h. 山地建筑与自然生态相结合的设计

山地建筑与自然生态相结合的设计是指在设计时应考虑使用绿化技术、水文组织、挡土墙及护坡和自然生态修复等工程技术措施:使其能够充分利用建筑周围、广场、道路、排水渠、水体驳岸、边坡、等区域。装配式低层建筑应该作为整个项目的组成部分进行规划与设计,从水土保持,防止地灾、水灾,保证建筑的安全方面进行全方位设计。

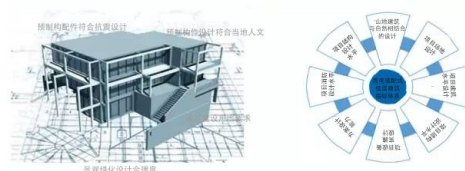


图 1 装配式建筑指标体系图

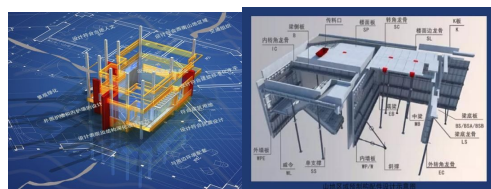
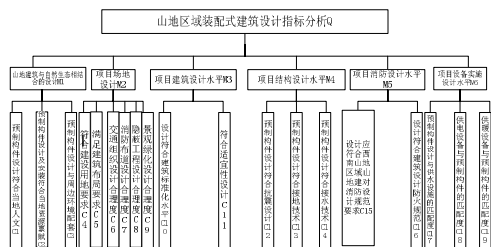


图 2 西南区域预制构配件设计示意图



二、权重确定

2.1 AHP-FEC 综合评价模型

选取了基于 AHP 层次分析算法和 FEC 模糊算法的综合评价模型，完成对山地区域装配式低层建筑设计指标的综合评价，为量化的评价建筑设计指标对西南山地区域装配式的影响，利用 AHP 层次分析法进行分层评价，分为，决策层，综合层，基准层[1][2][3]三层。具体见下图

2.2 权重求解

AHP 层次分析的重点是对各指标重要性的量化，即权重系数判定矩阵确定。构造判定矩阵，用 a_{ij} 表示第 i 个指标对于第 j 个指标的比较结果，以此来比较相同层次的指标相互之间的影响程度，其中 a_{ij} 的影响程度大小

将上述指标进行两两比较，比较时取 1-9 个尺度。用 a_{ij} 表示第 i 个指标对于第 j 个指标的比较结果，则有：

$$A = (a_{ij}) = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

(2) 求解计算一致性指标 CI

$$CI = (\lambda \max - n) / (n - 1)$$

将 CI 作为衡量判断矩阵不一致程度的标准。

在利用 MATLAB 时用到的相应的一致性指标 RI

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.3	1.41	1.45	1.49	1.51	1.52

(3) 计算一致性比例 CR

$$CR = CI / RI$$

对判定矩阵求权向量 W_i

$$\text{即: } X W_i = \lambda \max W_i$$

其中 W_i 的分量 (W_1, W_2, \dots, W_n) 则为综合评价指标中各个影响指标对上一层指标的权重系数。

(4) 用和积法做归一化处理：

1) 将判定矩阵每一列元素处理：

$$\bar{a}_{ij} = a_{ij} / \sum_{k=1}^n a_{kj} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n)$$

2) 将归一化的判定矩阵按行相加：

$$\bar{W}_i = \sum_{j=1}^n \bar{a}_{ij} \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

3) 对 $W_i = (W_1, W_2, \dots, W_n)$ 进行归一化处理：

$$W_i = \bar{W}_i / \sum_{j=1}^n \bar{W}_j \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

列判定矩阵，分别求得基准层指标 W_c 和综合层指标 W_m 的权重系数。

2.3 运用模糊综合评价法进行综合评价

运用层次分析法得到各指标的权重之后，本文选择模糊综合评价方法来对山地区域装配式低层建筑设计进行综合分析，主要步骤如下：

确定选择的评价指标 $U_0 = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$

确定山地区域装配式低层建筑设计评价等级 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$

因此，根据评价体系，建立合理的评价等级标准是综合评价的核心。因此，可以给定基于山地区域装配式低层建筑设计综合层指标的评价等级 $V = \{\text{非常重要, 十分重要, 较为重要, 重要, 不太重要}\}$ 分别对评价等级元素进行赋值，分别为 5、4、3、2、1。

3 建立隶属度矩阵

此处采取通过合理的隶属度函数表达式求解隶属度矩阵。在随机数学中，当调查报告样本足够大时，各项指标的山地区域装配式低层建筑设计的统计出的评价结果的概率关系近似成正态分布。

因此，可以通过计算 $u=0$ 的正态分布函数 $N(0, \sigma^2)$ 求解隶属度。设基准层评价指标对于五个等级 A,B,C,D,E 的隶属函数分别为 $f_1(x), f_2(x), f_3(x), f_4(x), f_5(x)$ ，选择每个评价指标在上述 3 个判别矩阵的各自的特征值 λ 作为方差，即 $\sigma = \lambda$ ，则正态分布函数表达式为：

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\lambda}} e^{-\frac{x^2}{2\lambda^2}}$$

$$f(x) = \int_{-\infty}^x F(x) dx$$

$$f(x) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi\lambda}} e^{-\frac{x^2}{2\lambda^2}} dx$$

2、建立模糊关系矩阵

利用上述隶属度函数求出的子准则层的模糊关系矩阵，及单元素评价矩阵为：

$$W_i = \begin{pmatrix} f_1(u_{i1}) & f_2(u_{i1}) & f_3(u_{i1}) & f_4(u_{i1}) & f_5(u_{i1}) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ f_1(u_{in}) & f_2(u_{in}) & f_3(u_{in}) & f_4(u_{in}) & f_5(u_{in}) \end{pmatrix}$$

3、建立模糊综合评价矩阵

自准则层的模糊评价矩阵 R_i 的建立过程如下：

根据上文求得的基准层评价指标的权重集 A_i 和隶属模糊关系矩阵 W_i ，可以得到一级模糊综合评价矩阵 R_i ，转换公式为：

$$R_i = A_i \circ W_i \quad (1.6)$$

O——模糊矩阵合成的模糊算子，此处可采取矩阵和的运算近似代替。即：

$$R_i^T = A_i^T \times W_i^T = (x_1 \dots x_n) \begin{pmatrix} f_1(u_{i1}) & f_2(u_{i1}) & f_3(u_{i1}) & f_4(u_{i1}) & f_5(u_{i1}) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ f_1(u_{in}) & f_2(u_{in}) & f_3(u_{in}) & f_4(u_{in}) & f_5(u_{in}) \end{pmatrix} = (r_1 \ r_2 \ r_3 \ r_4 \ r_5)$$

将 R_i 归一化，得到最终的基准层的模糊综合评价矩阵。

基准层权重矩阵 W 与准则层的模糊综合评价矩阵 R 相乘，并将函数归一化后，得：

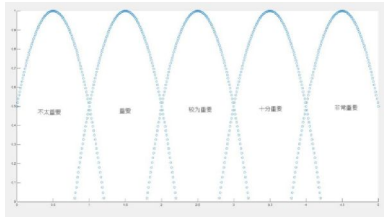
$$W^T * R = \{s_1, s_2, \dots, s_5\}$$

$$sorce = s_1 \times 5 + s_2 \times 4 + s_3 \times 3 + s_4 \times 2 + s_5 \times 1$$

将装配式建筑综合层指标等级分为 5 级，即 $S = \{\text{非常重要, 十分重要, 较为重要, 重要, 不太重要}\}$ ，评分取值为 $[0, 5]$ ，具体见表一

评价等级	阈值	评价等级元素
不太重要	[0-1]	1
重要	[1-2]	2
较为重要	[2-3]	3
十分重要	[3-4]	4
非常重要	[4-5]	5

表一



表二 综合评价

三、基于权重的排序对前五进行评价并给出设计解决方案

通过分析发现,排名前五的为山地建筑与自然生态相结合的设计、项目场地设计、项目建筑设计水平、项目结构设计水平、项目消防设计水平。

处于非常重要的是山地建筑与自然生态相结合的设计,这说明在山地建筑与自然生态保护设计中,将装配式建筑作为整个项目的组成部分进行规划设计,考虑到水土保持,防止地灾、水灾,保证建筑的安全,以此设计来保持山地地区的自然生态总体平衡。在山地地区设计时应当设计水文组织(自然排水系统和人工排水系统)系统对山地环境各种径流、集流进行有效控制。设计时要保证水土平衡、保障山地建筑场地的稳定性,提供与技术、水文组织、挡土墙及护坡、自然生态修复等内容相关环境评价工程设计文件。

处于十分重要的是项目场地设计,这说明项目场地设计借鉴山地地区建筑设计规范的要求,装配式低层建筑的场地设计,在建设用地、建筑布局、功能分区、交通组织、消费步道、隐蔽工程等方面因地制宜进行设计。在山地地区设计时具体解决方案可以在满足城市(镇)“总体规划”和“控制性详细规划”中关于用地类型、开发强度、公共设施配套建设等相关要求和技术控制性指标。在设计步道时宜采用高密度、低等级的道路系统,以此满足日常使用及消防扑救要求。在设计时综合分析区域气候、通风、降水等条件,利用地形朝向合理组织场地通风,为城镇居民创造舒适生活环境。

处于较为重要的是项目建筑设计水平,这说明在进行项目建筑设计水平时,西南山地地区装配式低层建筑的设计要设计符合建筑标准化水平,符合适宜性设计。在进行山地地区装配式低层建筑的设计时要符合《装配式住宅建筑设计标准》JGJ/T398-2017,从安全性能、适用性能、耐久性能、环境性能、经济性能、等各方面来设计。进行建筑设计时要满足建筑结构的耐久性要求,满足建筑内装体的可变性和适应性要求。

处于重要的是项目结构设计水平,这说明项目结构设计水平主要是评价不同体系装配式低层建筑技术在复杂地形条件下的适应力包括抗震设计、隐蔽工程的大小进行设计。在山地地区设计时应具体给出解决方案设计时,要将建筑设计在较好的地基上,使地基条件与上部构件的要求相结合。应根据其不同的结构形式、接地形式、复杂程度等,合理的设计符合实际工作状态的力学模型。在进行设计时要考虑偶然偏心影响的规定水平地震力作用下,能够严格控制楼层竖向构件最大的水平位移和层间位移与楼层平均位移的比值,不应大于1.2,不应大于1.3。

处于不太重要的是项目设施水平,这说明项目设备实施设计水平,是对装配式低层建筑在山地地区使用外部环境的补充,用于设计解决预制构件设计与供水设施的匹配度,供电设备与预制构件的匹配度供暖设备与构件的匹配度。在山地地区进行设计时应该具体给出设计方案同时,设计装配式低层建筑项目的防洪设计要符合当地城镇防洪标准。设计时还要充分考虑如何进行雨水利用、再生水地处理及回用设施。设计装配式低层建筑的生活热水供应,应当根据项目所在地的气候和自然条件选用新能源系统。供电系统应按照建筑的负荷性质,用电容量、发展规划以及当地供电条件合理设计道路、庭院照明灯具的风格,使其余建筑景观和室外环境相协调。

四、总结

本文结合语义聚类法构建了西南山地地区装配式低层建筑设

计指标分析与评价指标。目的是为了更好促进山地地区设计细分市场标准化,为决策者提供更有力的理论支撑。首先是结合《装配式建筑评价标准》GB/51129/207等基础上广泛征求大量施工企业、行业专家的相关意见构建设计评价体系,然后对指标进行评价最后提出设计解决方案。

参考文献:

- [1]刘晶晶. 重庆吊脚楼建筑与文化研究[D].重庆大学,2015.
- [2]瓮少彬. 当代重庆本土建筑设计策略研究[D].重庆大学,2013.
- [3]李泳辰. 装配式背景下的模块化住宅设计研究[D].青岛理工大学,2018.
- [4]陈焕. 探讨建筑地下室给排水设计中的几个问题[J]. 黑龙江科技信息,2015(10):256.
- [5]朱百峰,李丽红,付欣. 装配整体式建筑的生态环境效益评价指标体系研究[J]. 沈阳建筑大学学报(社会科学版),2015,17(04):401-406.
- [6]冷凯. 预制装配式建筑结构设计分析[J]. 建材与装饰,2019(09):126-127.
- [7]叶浩文. 新型建筑工业化的思考与对策[J]. 工程管理学报,2016,30(02):1-6.
- [8]任娜. 深圳平湖原材料交易商城管线工程项目决策分析与评价[D]. 北京邮电大学,2010.
- [9]刘海英,罗新星,毕文杰,满月明. 基于前景理论的决策分析方法及其在工程项目评价中的应用[J]. 科技进步与对策,2014,31(11):67-70.
- [10]曹正伟,欧阳桦. 四川传统山地建筑的文化特色[J]. 天府新论,2012(02):119-122.
- [11]戴蕾. 巴渝地区山地建筑形态与城市文脉延续[D]. 昆明理工大学,2008.
- [12]张睿斌. 顺势利导·和谐共生[D]. 重庆大学,2007.
- [13]李晓娟. 装配式建筑项目投资风险评价[J/OL]. 工程管理学报:1-6[2019-06-05]. <https://doi.org/10.13991/j.cnki.jem.2019.02.024>.
- [14]孟涛. 基于可拓学理论的装配式建筑风险综合评价[J]. 项目管理技术,2018,16(10):44-52.
- [15]高东山. 湖南省推进装配式建筑创新发展的探索与实践[J]. 建设科技,2018(20):49-52.
- [16]T. Colinat, M. Bendouma, P. Glouannec. Building renovation with prefabricated ventilated façade element: A case study[J]. Energy & Buildings, 2019, 186.
- [17]Tan Tan, Ke Chen, Fan Xue, Weisheng Lu. Barriers to Building Information Modeling (BIM) implementation in China's prefabricated construction: An interpretive structural modeling (ISM) approach[J]. Journal of Cleaner Production, 2019, 219.
- [18]Lucianne Casasanta Garcia, Bernard Kamsu-Foguem. BIM-oriented data mining for thermal performance of prefabricated buildings[J]. Ecological Informatics, 2019, 51.
- [19]Vishal Naranje, Rajguru Swarnalatha. Design of Tracking System for Prefabricated Building Components using RFID Technology and CAD Model[J]. Procedia Manufacturing, 2019, 32.
- [20]Xiao-Long Gan, Rui-Dong Chang, Craig Langston, Tao Wen. Exploring the interactions among factors impeding the diffusion of prefabricated building technologies[J]. Engineering, Construction and Architectural Management, 2019, 26(3).
- [21]. Energy; Studies from University of Bretagne Sud in the Area of Energy Described (Building Renovation With Prefabricated Ventilated Facade Element: a Case Study)[J]. Energy Weekly News, 2019.

作者简介:

张岭江 出生年月: 1984.04.17 性别: 男 民族: 汉 籍贯: 河南省 学历: 博士研究生 职称: 讲师 研究方向: 产品设计、土地资源开发。