

Research on the Design Quality Evaluation of Medical Building Scheme Based on AHP-fuzzy Comprehensive Evaluation

Dong Sun

Beijing University of Civil Engineering and Architecture, Beijing, 100044, China

Abstract

Referring to the British medical building quality evaluation system and the actual characteristics of the development of medical building in China, the quality influencing factors of medical building scheme design are selected, and the quality evaluation model of medical building scheme design in China is constructed through AHP-fuzzy comprehensive evaluation. The above model was used to evaluate the design quality management of a hospital, and the design quality of the project is excellent. The conclusion is basically consistent with the evaluation given by the user unit, which confirms the effectiveness of the evaluation system.

Keywords

AHP; fuzzy comprehensive evaluation; medical building scheme; design quality

基于 AHP-模糊综合评价的医疗建筑方案设计质量评价研究

孙冬

北京建筑大学, 中国·北京 100044

摘要

参考英国医疗建筑质量评价体系, 结合中国医疗建筑发展的实际特点, 将通过文献研究法和专家访谈法得出的中国医疗建筑设计质量影响因素进行筛选, 分为创新与方案特色、建筑设计品质、景观与环境影响3个一级指标, 14个二级影响指标, 通过AHP模糊综合评价方法构建中国建医疗建筑方案设计质量评价模型。用上述模型对九州二级综合医院的设计质量进行评价, 得到该项目设计质量为优。该结论与使用单位给出的评价基本一致, 印证了该评价体系的有效性。

关键词

AHP; 模糊综合评价; 医疗建筑方案; 设计质量

1 引言

随着市场经济的发展, 中国建筑行业中居住建筑、一般公共建筑等建筑方案设计质量的评价标准日臻完善, 建筑师行业协会、建设单位对上述建筑方案设计质量都有了趋近一致的认知。但医疗建筑是特殊的建筑类型, 调查研究表明91%的受访者认为不能简单的套用普通公共建筑的评价标准来评价其设计质量。由于其具有医疗工艺复杂, 形式多追随功能的特点, 应独立构建医疗建筑方案设计质量评价体系。

2 英国医疗建筑设计质量评价体系的发展

英国医院建筑的评价体系最为完善, 其医疗建筑设计质量评价体系由英国国民卫生保健机构主导, 先后开发了《设计更卓越的医疗建筑》手册、《NHS设计审查组指南》手册、《优秀医疗建筑设计评估手册》。通过组建NHS审查组, 广泛征求各个领域的专家意见, 对评价体系指标赋予权重, 打分, 来确定评价价值, 最终指导政府对于医疗项目的投资^[1]。

3 中国医疗建筑设计质量评价体系构建

与西方医疗建筑方案设计质量评价体系完善, 重视服务体验不同, 中国的医疗建筑设计质量更加注重医疗服务能力, 对复杂问题更关注定性研究, 如王悦^[2]《基于用户使用反馈的医院建筑设计质量评价体系构建方法初探》等, 论文致力于定性定量相结合研究中国医疗建筑方案设计质量评价体系。

3.1 评价指标选择

根据专家访谈结果对《优秀医疗建筑设计评估手册》指标体系进行修正, 修正后一级指标为创新与方案特色、建筑设计品质、景观与环境影响; 创新与方案特色的二级指标为设计理念及执行度、设计创新性和引领性、人性化与智能化设计、绿色建筑及可持续发展; 建筑设计品质的二级指标为设计与运营需求满足度、医疗功能效率^[3]、内外部流线效率、导引系统与空间辨识度、弹性设计预留、耐久度与维护便利度^[4]、建筑外观与空间艺术性; 景观与环境影响的二级指标为与城市的融合度、交通与环境影响景观与疗愈环境。

3.2 AHP-模糊综合评价指标权重分析

第一, 对各个层级指标对该层级其他指标影响程度进行比较, 即一个元素*i*对该层级另一个元素*j*的影响程度,

【作者简介】孙冬(1991-), 男, 中国河北肃宁人, 在读硕士, 工程师、国家一级注册建筑师, 从事工程管理研究。

记作 a_{ij} ，对重要程度进行标度量化，如 A_{ij} 数值为 1、3、5、7、9，分别代表 i 元素与 j 元素同等重要、略重要、较重要、非常重要、绝对重要（偶数代表中间状态）。

第二，通过专家访谈的方式，邀请 10 位行业专家（包括高校学者、建筑师、专业工程师、建设单位管理者等）对各个影响因素之间的影响重要度进行判断，得到判断矩阵，详见表 1。

①将判断矩阵按列归一化，即：

$$W_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (1)$$

其中， W_{ij} 为 a_{ij} 归一化的值； n 为判断矩阵的阶数。

②计算判断矩阵 A 的最大特征值，即：

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \frac{[AW]_i}{nW_i} \quad (2)$$

$$W = [W_1, W_2, W_3 \dots W_n]^T \quad (3)$$

其中， λ_{\max} 为最大特征值； $W = 1/n \sum_{j=1}^n a_{ij}$ （归一化向量）； W_i 为第 i 个指标的归一化值。

③计算一致性指标，即：

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (4)$$

其中， CI 为矩阵的一致性指标。

④根据判断矩阵阶数所对应的 RI 计算一致性比率 CR ，即：

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (5)$$

其中， CR 为矩阵的一致性比率； RI 为平均随机一致

性指标。 RI 只与 n 有关，其取值见表 2。

若 $CR < 0.1$ ，则该判断矩阵的一致性检验通过，反之则没通过。

⑤计算各指标权重，即：

$$\omega = \frac{\sum_{j=1}^n W_{ij}}{n} \quad (6)$$

根据公式 (1) ~ (3) 求得 AW ，进一步求得最大特征根值 λ_{\max} ，即：

$$AW = \begin{bmatrix} 1 & 1/5 & 1/3 \\ 5 & 1 & 2 \\ 3 & 1/2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.1096 \\ 0.5813 \\ 0.3092 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.3289 \\ 1.7475 \\ 0.9285 \end{bmatrix}$$

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \frac{[AW]_i}{nW_i} = \frac{(AW)_1}{3W_1} + \frac{(AW)_2}{3W_2} + \frac{(AW)_3}{3W_3} = \frac{0.3289}{3 \times 0.1096} + \frac{1.7475}{3 \times 0.5813} + \frac{0.9285}{3 \times 0.3092} = 3.004$$

①计算一致性指标 (CI)，即：

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = \frac{3.004 - 3}{3 - 1} = 0.002$$

②查找同阶数的平均随机一致性指标 (RI)。3 阶 $CI=0.52$ ；4 阶 $CI=0.89$ ；7 阶 $CI=1.36$ 。

③计算一致性比率 (CR)，即：

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} = \frac{0.002}{0.52} = 0.0038 < 0.1$$

同理，构建二级判断矩阵，得出最终中国医疗建筑设计质量评价模型，详见表 2。

表 1 一级影响因素权重表

决策因子	创新与方案特色 A1	建筑设计品质 A2	景观与环境影响 A3	ω	λ_{\max}	C.I.	C.R.
创新与方案特色 A1	1	1/5	1/3	0.1096	3.004	0.002	0.0038<0.1
建筑设计品质 A2	5	1	2	0.5813			
景观与环境影响 A3	3	1/2	1	0.3092			

表 2 中国医疗建筑设计质量评价模型

名称	一级指标	一级指标权重	二级指标	二级指标权重
医疗建筑设计质量评价模型	创新与方案特色 A1	10.96%	设计理念及执行度 (A11)	5.647%
			设计创新性和引领性 (A12)	22.467%
			人性化与智能化 (A13)	45.046%
			绿色建筑及可持续发展 (A14)	26.840%
	建筑设计品质 A2	58.13%	设计与运营需求满足度 (A21)	21.437%
			医疗功能效率 (A22)	34.803%
			内外部流线效率 (A23)	20.038%
			引导系统与空间辨识度 (A24)	9.813%
			弹性设计预留 (A25)	5.354%
			耐久度与维护便利度 (A26)	5.354%
			建筑外观与空间艺术性 (A27)	3.202%
	景观与环境影响 A3	30.92%	与城市的融合度 (A31)	9.709%
			交通与环境影响 (A32)	58.960%
			景观与疗愈环境 (A33)	31.332%

4 AHP-模糊综合评价案例分析

九州二级医院位于廊坊市临空经济区，用地面积 56992m²，总建筑面积 57700m²，其中地上建筑面积 39140m²，地下建筑面积 18560m²，容积率 0.67，绿地率 35%，建筑高度 30.55m，设计充分考虑了医院未来发展。

请上述 10 名专家对其设计质量按总分 10 分对二级影响因素指标按优秀、良好、合格、不合格进行打分，详见表 3。

①根据表 3，建立创新与方案特色模糊评价矩阵：

$$B1 = \begin{bmatrix} 0.7 & 0.2 & 0.1 & 0 \\ 0.8 & 0.2 & 0 & 0 \\ 0.9 & 0.1 & 0 & 0 \\ 0.7 & 0.2 & 0.1 & 0 \end{bmatrix}$$

②单因素评价矩阵：

$$F1 = A1 * B1 = (0.05647, 0.22467, 0.45046, 0.2684) *$$

$$\begin{bmatrix} 0.7 & 0.2 & 0.1 & 0 \\ 0.8 & 0.2 & 0 & 0 \\ 0.9 & 0.1 & 0 & 0 \\ 0.7 & 0.2 & 0.1 & 0 \end{bmatrix} = (0.813, 0.155, 0.032, 0)$$

$$\text{同理计算 } F2 = A2 * B2 = (0.732, 0.254, 0.014, 0)、$$

$$F3 = A3 * B3 = (0.678, 0.253, 0.069, 0)$$

③综合评价矩阵：

$$W = \begin{bmatrix} 0.813 & 0.155 & 0.032 & 0 \\ 0.732 & 0.254 & 0.014 & 0 \\ 0.678 & 0.253 & 0.069 & 0 \end{bmatrix}$$

④考虑设计质量评价模型权重影响：

$$U = A * W = (0.110, 0.581, 0.309) = (0.724, 0.243, 0.033, 0)$$

⑤评价价值：

$$U' = (0.724, 0.243, 0.033, 0) = 85.3$$

综上，九州二级医院设计方案设计质量评价结果为优。

用户反馈该方案特色鲜明，人性化、智能化较好，设计质量较高，

但是景观疗愈空间上还有所欠缺，模型结论与用户反馈基本一致，印证了论文构建的中国医疗建筑方案评价模型的有效性。

表 3 医疗建筑设计质量水平评分表

评价项	影响因素	评价等级			
		优秀	良好	合格	不合格
创新与方案特色 A1	设计理念及执行度	7	2	1	0
	设计创新性和引领性	8	2	0	0
	人性化与智能化	9	1	0	0
	绿色建筑及可持续发展	7	2	1	0
建筑设计品质 A2	设计与运营需求满足度	7	3	0	0
	医疗功能效率	8	2	0	0
	内外部流线效率	6	4	0	0
	引导系统与空间辨识度	8	2	0	0
	弹性设计预留	9	1	0	0
	耐久度与维护便利度	7	1	2	0
	建筑外观与空间艺术性	6	3	1	0
	景观与环境融合度	8	1	1	0
景观与环境 影响 A3	交通与环境影响	7	2	1	0
	景观与疗愈环境	6	4	0	0

参考文献

- [1] 郝晓赛. 医疗建筑设计方案如何理性择优——英国医疗建筑设计质量评价工具引介与启示[J]. 城市建筑, 2016(19):30-35.
- [2] 王悦. 基于用户使用反馈的医院建筑设计质量评价体系构建方法初探[D]. 北京: 北京建筑大学, 2018.
- [3] 金蕾. 医院建设项目设计质量的影响机制研究[D]. 南京: 东南大学, 2021.
- [4] 王江. 建筑工程方案设计质量评价研究[D]. 天津: 天津大学, 2016.