|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **学号** | 0122115970206 | **评分** |  |

****

**课程研究报告**

|  |  |
| --- | --- |
| **题 目** | 基于层次分析法的高校教学楼人员疏散能力评估 |
| **学 院** | 经济学院 |
| **专 业** | 金融 |
| **班 级** | 金融2102 |
| **姓 名** | 邹卓东 |
| **任课教师** | 马亚萍 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 203 | 年 | 5 | 月 | 25 | 日 |

**摘要**：在现代高校的建设中，至关重要且必不可少的一环就是高校建筑的人员疏散安全问题。人员疏散一旦发生失控，极其容易造成一系列连锁反应导致大面积人员受伤甚至人员死亡。针对该问题，可建立高校教学楼人员疏散评估指标体系，采用层次分析法确定各因素对人员疏散安全指数的影响，给出评估分数与相关建议。

**关键词**：人员疏散；层次分析法；能力评估

**1.引言**

随着经济的不断发展和国家对教育事业的日益重视，国内高校的教育建设与开展愈来愈健全和成熟了，不少城市的大学城区域不断有教学楼如雨后春笋般拔地而起。而谈到教学，首先要考虑的就是师生的安全问题。而本文将聚焦到教学楼人员疏散问题，及其评估体系的建立和建模解决。高校教学楼人员疏散问题是一项重要的安全考虑，确保学生、教职员工和访客在紧急情况下能够安全有序地离开教学楼。因此，建立一个完善的评估体系和建模解决方案变得尤为关键。鉴于教学楼建设在各地的情况不一，需加入主观修改因素与客观分析进行中和，再结合根据问题的情景进行分析，采用层次分析法对各因素进行分析。

**2.正文研究内容**

**2.1模型建立**

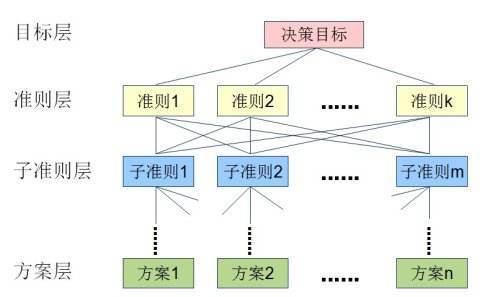
**2.1.1层次分析法**

层次分析法（Analytic Hierarchy Process，AHP）属于一种多准则决策方法。AHP是一种定量分析方法，用于处理多个层次结构的复杂问题，特别适用于需要考虑多个因素和多个决策目标的情况。

AHP的基本思想是将复杂问题分解成多个层次，从总体目标到具体因素逐级划分，形成一个层次结构。然后，通过对各个层次的因素进行两两比较，建立判断矩阵，通过特征值计算和一致性检验来确定各个因素的权重。最终，利用权重来对各个因素进行排序和决策。

**2.1.2定义层次结构图**

在层次结构图中分为最高层（目标层），中间层(准则层或指标层)，最低层(方案层)三层结构，如下图：

**2.1.3构造判断矩阵**

我们就中间层的各项指标针对目标层构造 C-F 比较矩阵，将指标层的元素两两比较得到，如下：

计算上述比较矩阵一致性,指标为CI=，再经查表得到该矩阵阶数对应的随机一致性指标 RI，最终求得该比较矩阵一致性比率CR=。

对上述矩阵进行一致性检验，若CR<0.1,则通过一致性检验。

接着就最底层的的各项指标针对指标层的某个元素构造F-D比较模型，过程同上。

接下来我们要通过三种方法计算判断矩阵权重。

第一种是算数平均法，求解公式如下：

第二种是方根法，求解公式如下：

第三种是特征值法，需要求出矩阵最大特征值和对应的特征向量，再对特征向量归一化即可得到权重。

然后进行相应的加权计算的得分即可。

**2.1.3问题分析**

在对人员疏散的因素分析中，根据典型案例即可给出[1]适应该情况下的层次结构体系，因素分别如下

1.人员密度：人员密度是指单位面积或单位空间内的人员数量。高密度区域会增加人员之间的互动和拥挤程度，对疏散速度和效率产生影响。

2. 空间布局：教学楼的内部布局对人员疏散能力至关重要。因素包括走廊宽度、楼梯数量和位置、出口位置、房间布置等。合理的空间布局可以提供更多的疏散通道和选择，有助于加快人员的疏散速度。

3. 疏散通道：疏散通道包括走廊、楼梯、门等用于人员从建筑物内部到达安全区域的通道。通道的宽度、长度、数量、通行能力等都会对疏散能力产生影响。

4. 紧急出口：紧急出口是指在紧急情况下，人员从建筑物内部迅速逃生到达安全区域的出口。出口的位置、数量、标识、容量以及可靠性等因素都会影响人员的疏散能力。

5. 紧急通知和警报系统：高校教学楼需要配备有效的紧急通知和警报系统，以向人员发出疏散指示或提供紧急信息。系统的响应速度、覆盖范围和可靠性对疏散的效果至关重要。

6. 人员行为和反应：人员的行为和反应是人员疏散能力评估中不可忽视的因素。人员的认知、意识、知识、训练以及对紧急情况的应对能力都会对疏散过程产生影响。

7. 疏散时间：疏散时间是指从紧急情况发生到所有人员完全疏散到达安全区域所需的时间。疏散时间的长短直接反映了教学楼的人员疏散能力。

8. 安全设施和设备：安全设施和设备包括灭火器、紧急照明、疏散标识、紧急逃生设备等。这些设施和设备的完备性和可靠性对人员疏散的效果产生重要影响。

根据实际情况和专家意见进行调整和修改给定的因素，我们可知以上因素1. 人员密度2. 空间布局。3. 疏散通道：4. 紧急出口：5. 紧急通知和警报系统：6. 人员行为和反应：7. 疏散时间8. 安全设施和设备分别给分为80，70，75，60，80，90，75，60，45。

在人员疏散评估中，AHP可以用于确定不同因素对疏散效果的重要程度，例如人员密度、疏散路径长度、疏散时间等。通过对这些因素进行两两比较，可以得到各个因素的权重，进而进行综合评估和决策。

AHP的优势在于能够将主观意见和量化分析相结合，引入专家经验和判断，并提供一种一致性检验的方法来验证决策结果的可靠性。然而，AHP也有一些限制，如对专家判断的依赖性较高，需要进行一致性检验以确保评估结果的可信度。

**2.2模型求解**

**2.2.1构造比较矩阵**

根据模型体系和AHP的评估分数，对以上八个因素构建两两比较矩阵，如下所示：



**2.2.2权重系数的求解**

指标权重系数体现了指标体系中各因素对人员疏散水平影响的重要程度大小，其对于权重系数的计算方法包括多种求解方法。根据条件，数据可以使用方根法对权重系数进行计算。使用python进行计算后得到结果如下（代码贴在尾页）：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 每一行元素乘积 | 方根 | 归一化 | 最大特征值 |
| 0.0008680555555555555 | 0.02946278254943948 | 0.0005070817673321937 |  |
| 0.05555555555555555 | 0.23570226039551584 | 0.00405665413865755 |  |
| 0.5 | 0.7071067811865476 | 0.01216996241597265 |  |
| 18.0 | 4.242640687119285 | 0.0730197744958359 | 8.696326805351703 |
| 2.6666666666666665 | 1.632993161855452 | 0.02810532430755775 |  |
| 0.05555555555555555 | 0.23570226039551584 | 0.00405665413865755 |  |
| 48.0 | 6.928203230275509 | 0.11924079243192716 |  |
| 1944 | 44.090815370097204 | 0.7588437563040592 |  |

其中，第一列表示判断矩阵每一行元素乘积;第二列表示第一列的方根;第三列表示第二列归一化后的值;第四列表示比较矩阵的最大特征值。

**2.2.3归一化检验**

进行一致性检验需要计算一致性指标（Consistency Index，CI）和一致性比率（Consistency Ratio，CR）。

首先，我们需要计算一致性指标（CI），它的计算公式为：CI=(λmax-n)/(n-1)

其中，λmax为判断矩阵的最大特征值，n为判断矩阵的阶数（即因素的数量）。在这个例子中，n=4。将最大特征值和阶数代入公式，我们可以计算得到一致性指标（CI）的值。

其次，我们需要计算一致性比率（CR），它的计算公式为：CR=CI/RI

其中，RI为一致性指标的随机一致性指标，可以参考专业的一致性比率表格，此处给出RI值表如下。

|  |  |
| --- | --- |
| n值 | RI值 |
| 1 | 0 |
| 2 | 0 |
| 3 | 0.58 |
| 4 | 0.90 |
| 5 | 1.12 |
| 6 | 1.24 |
| 7 | 1.32 |
| 8 | 1.41 |
| 9 | 1.45 |

由表可知，在这个例子中，由于判断矩阵的阶数为8，经过查表后，我们可以使用的RI值1.41进行计算。计算后可得CR=0.07054982830311071，小于0.1，被认为是可接受的一致性水平

1. **结论**

（1）创建了以八个因素为基础的高校教学楼基人员疏散能力评估指标体系注重考察每个因素对评估结果影响的同时，分析出主要影响对其造成影响的因素，构建了一个相对简单高效的高校教学楼基人员疏散能力评估指标体系，能够较好的反应教学楼情况因素对高校教学楼基人员疏散能力的影响情况。

（2）教学楼情况多变，其人员疏散是一个极其复杂的过程。目前，针对该指标体系仍需进一步优化，特别是针对不同情况应该也[2]有对应的情况分析和相应的措施评估，将是未来研究重点探索的方向。

1. **Python源代码**
2. import numpy as np
3. *#输入矩阵*
4. A = np.array([[1, 1/2, 1/3, 1/4, 1/2, 1/2, 1/3, 1/4],
5. [2, 1, 1/2, 1/3, 1/2, 2, 1/2, 1/3],
6. [3, 2, 1, 1/2, 1/2, 2, 1/2, 1/3],
7. [4, 3, 2, 1, 1/2, 3, 1, 1/2],
8. [2, 2, 2, 2, 1, 1, 1/2, 1/3],
9. [2, 1, 1/2, 1/3, 1, 1, 1/2, 1/3],
10. [3, 2, 2, 2, 2, 2, 1, 1/2],
11. [4, 3, 3, 3, 3, 3, 2, 1]])
13. *#求解特征值即特征向量*
14. lamda = np.linalg.eig(A)
15. for i in range(len(lamda[0])):
16. print('特征值：{0}\n对应的特征向量：\n{1}\n'.format(lamda[0][i], np.transpose([lamda[1][:,i]])))
17. index = np.argmax(lamda[0])
18. lamda\_max = np.real(lamda[0][index])
19. vector = lamda[1][:,index]
20. vector\_final = np.transpose((np.real(vector)))
21. print('最大特征值为：{0}\n对应的特征向量：\n{1}'.format(lamda\_max, vector\_final))
22. B=[[1, 1/2, 1/3, 1/4, 1/2, 1/2, 1/3, 1/4],
23. [2, 1, 1/2, 1/3, 1/2, 2, 1/2, 1/3],
24. [3, 2, 1, 1/2, 1/2, 2, 1/2, 1/3],
25. [4, 3, 2, 1, 1/2, 3, 1, 1/2],
26. [2, 2, 2, 2, 1, 1, 1/2, 1/3],
27. [2, 1, 1/2, 1/3, 1, 1, 1/2, 1/3],
28. [3, 2, 2, 2, 2, 2, 1, 1/2],
29. [4, 3, 3, 3, 3, 3, 2, 1]]
30. C=[]
31. for i in range(8):
32. k=1
33. for j in range(8):
34. k=k\*B[i][j]
35. C.append(k)
36. print("矩阵每一行元素乘积为：")
37. print(C)
38. D=[]
39. for i in range(8):
40. m=C[i]\*\*0.5
41. D.append(m)
42. print("方根为：")
43. print(D)
44. E=[]
45. s=0
46. for i in range(8):
47. s=s+D[i]
48. for i in range(8):
49. n=D[i]/s
50. E.append(n)
51. print("归一化后的值为：")
52. print(E)

**参考文献**

1. 张, 宏卫.基于层次分析法的公众聚集场所火灾风险评估[J].中国人民警察大学学报,2022,38(12): 34--38.
2. 徐, 坚强 and 刘, 小勇.基于层次分析法的建筑火灾风险评估指标体系设计[J].武汉理工大学学报(信息与管理工程版),2019,41(04): 345--351+358.

课程论文评阅表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 学号 | 0122115970206 | 班级 | 金融2102 | 姓名 | 邹卓东 |
| 课程名称 | 人员疏散行为与风险评估 | | 论文题目 | 基于层次分析法的高校教学楼人员疏散能力评估 | |
| 评阅点 | 评分依据 | | | | 得分 |
| **论点** | 本文中根据高校教学楼特点构建了一个人员疏散能力评估模型，其中含有人员密度、空间布局、疏散通道、紧急出口、紧急通知和警报系统、人员行为和反应、疏散时间、安全设施和设备八大因素，认为该评估体系可以较好的体现出高校教学楼的人员疏散能力。 | | | | 20 |
| **论据** | 对该评估体系采用了层次分析法进行分析，根据高校教学楼的实际情况和邻域内专家打分情况构建了比较矩阵，并且使用python对矩阵进行了累积、归一化和一致性检验，最终证明了该评估体系的合理性。 | | | | 15 |
| **论证** | 该体系注重考察每个因素对评估结果影响的同时，分析出主要影响对其造成影响的因素，并且相对简单高效，其评估结果可以较好的代表高校教学楼人员疏散能力 | | | | 20 |
| 结构 |  | | | |  |
| 深度和广度 |  | | | |  |
| 规范化 |  | | | |  |
| 总分 | | | | |  |

教师签名：

　　　　　　　　　　时间：　　　　年　　月　　日

注：1、此表的论点、论据、论证部分由学生根据自己论文内容填写，教师参考“课程论文评阅标准”进行评阅。