

基于 F-AHP 在坐躺两用办公椅设计中的应用研究

任英丽, 常虹

(燕山大学, 河北 秦皇岛 066000)

摘要: **目的** 利用 F-AHP (模糊运算综合评价法与层次分析法, Fuzzy Comprehensive Evaluation Method and Analytic Hierarchy Process, 简称 F-AHP) 相结合, 对坐躺两用办公椅进行综合分析评价, 从而设计出满足用户实际需求的产品。**方法** 通过层次分析法将用户的主观感受这种模糊的概念定性定量化, 将产品可用性作为评价的重要指标, 基于问卷结果对其进行分类为便捷性、舒适性、前卫性、科学性 4 个方面, 构建层次分析体系, 通过收集专家及用户的评分最终计算出各项设计评价指标的权重, 并使用模糊综合评价法对办公椅的设计方案进行分析, 得出最佳设计方案, 最后运用 JACK 软件创建数字人物模型进行受力舒适度的测验结果分析。**结果** 通过层次分析法和模糊运算综合评价法在产品过程中的应用, 对用户在不同工作状态下设计的坐躺两用办公椅方案具有一定的参考价值。**结论** 通过对坐躺两用办公椅的设计案例, 科学全面地证实了层次分析法和模糊运算综合评价法的结合在产品过程中具有实用性和可靠性, 可有效指导办公椅的创新设计过程。

关键词: 层次分析法; 模糊运算综合评价法; 办公椅设计; 用户需求; JACK; 可用性设计方案评价

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2022)10-0145-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.10.017

Application of F-AHP in the Design of Sitting and Lying Office Chairs

REN Ying-li, CHANG Hong

(Yanshan University, Hebei Qinhuangdao 066000, China)

ABSTRACT: Using F-AHP (Fuzzy Comprehensive Evaluation Method and Analytic Hierarchy Process, F-AHP) to comprehensively analyze and evaluate the sitting and lying dual-purpose office chairs, so as to design products that meet the actual needs of users. Through the analytic hierarchy process, the vague concept of user's subjective feeling was quantitatively and qualitatively, and product usability was regarded as an important indicator of evaluation. Based on the results of the questionnaire, it was classified into four aspects: convenience, comfort, avant-garde, and scientificity. , Build an analytic hierarchy system, finally calculate the weight of each design evaluation index by collecting the scores of experts and users, and use the fuzzy comprehensive evaluation method to analyze and evaluate the design plan of the office chair to get the best design plan, and finally use JACK The software creates a digital character model to analyze the test results of force comfort. Through the application of analytic hierarchy process and fuzzy comprehensive evaluation method to the product design process, the project of sitting and lying dual-purpose office chairs designed according to the user's needs under different working conditions has certain reference value. Through the design case of the sitting and lying dual-purpose office chair, it is scientifically and comprehensively confirmed that the combined use of the analytic hierarchy process and the fuzzy comprehensive evaluation method is practical and reliable in the product design process, and can effectively guide the office chair. Innovative design process.

KEY WORDS: analytic hierarchy process; fuzzy comprehensive evaluation method; office chair design; user needs; JACK; usability design plan evaluation

收稿日期: 2022-01-08

作者简介: 任英丽 (1972—), 女, 硕士, 副教授, 主要研究方向为产品设计、工业设计。

通信作者: 常虹 (1996—), 女, 硕士, 主要研究方向为产品设计、工业设计。

随着近年来我国经济的发展,办公室员工的数量也逐年增加。“996”的工作时间对大多数上班族而言已是常态,办公座椅成为人们在工作中使用频率最高的办公产品。许多上班族每天有超过8h坐着办公,久而久之很多上班族出现了各种各样的职业病。有关调查显示,办公室职员每日上班呈现坐姿的状态占据了正常状态下一半以上的时间^[1],长期的坐姿状态直接导致办公室职员运动量下降,身体出现亚健康,如颈肩部疼痛、腰肌劳损、糖尿病、膝关节软骨退变、骨质疏松等不良症状^[2]。而且很多上班族办公都是面对电脑,长时间的坐姿就很容易形成“电脑脖”,会出现脖子酸痛、手臂酸麻、头昏脑涨等症状。许多职场人士在工作过程中很少离开办公椅,所以办公室不仅是工作的地点,也成为办公室职员午休和加班休息的场所。长期趴睡于办公桌上会导致腰椎过度弯曲,肌肉紧张,呼吸不畅,身体内部所需氧气供应不足,压迫胸腔导致的心脏疾病等危害人体健康,多数上班族经过这样的休息状态后会出现头晕、乏力、腿软等现象,不利于继续工作。这也对办公椅的设计带来更大的挑战。因此设计一种既美观安全、又舒适实用的办公椅迫在眉睫。

1 研究背景

随着经济的不断发展和人民生活水平的日益提高,人们的工作方式也因此发生了改变,加班逐渐成为工作的普遍现象。工作时间的增加促使办公室职员的职业健康问题不断面临更加严峻的挑战,人们常说“身体是革命的本钱”,因而“健康办公”受到社会的广泛关注。办公椅作为办公室职员长时间使用的产品,在办公过程中成为不可缺少的办公装备,因此它成为了设计师或学者所关注的对象。如今对办公椅的研究愈加偏重健康方面。杨宛萤等^[3]主要从人机工程学的角度研究办公座椅舒适性设计,对上班族的坐姿变化进行了全面系统的分析,依据人机工程学的方法探讨人体坐姿与座椅的设计要素对用户的影响,并进行改良设计,从而提升办公座椅的舒适合理性。吴新林等^[4]研究了基于人体工程学的办公椅设计与发展,从最初的人主动适应座椅发展到了座椅适合人。许继峰等^[5]探讨了静态和动态坐姿对现代办公椅设计尺度的限定,提出了更加符合人体工程学的办公椅设计新思路。李永峰等^[6]研究办公座椅的造型设计,通过结合分析法将产品属性与感性意象之间建立模型,验证得出该方法能科学确立适合消费者感性需求的设计方案。

通过查阅相关文献和调研发现大多学者对办公椅的研究多集中于产品造型、座面、椅背、人机工程学中坐姿对其的影响等问题。但是目前对多功能办公座椅的研究还很缺乏,很少考虑到适应当下环境在工作中多种使用方式的问题,对用户在坐姿和躺姿两种

状态下的合理性、舒适性、科学性方面做出了相关研究,并进行创新设计^[7]。该研究将办公椅的产品可用性作为评价坐躺两用办公椅的重要指标,并将可用性理念分为便捷性、舒适性、前卫性,科学性四个方面,构建层次分析体系,并结合模糊综合评价法对办公椅的设计方案进行评价。

2 模糊层次分析法的评价模型

层次分析法(F-AHP),是由美国运筹学家在20世纪70年代提出的,主要用于解决多个目标、方案的优化,解决评价类问题,对多目标进行判断、评估和决策的一种有效分析方法,近年来被广泛应用于行为科学、农业、环境、管理等各个学科领域^[8],F-AHP层次分析法是一种定性与定量相结合的系统分层分析方法。目标层:研究问题的主要实现目标;准则层:研究过程中根据目标问题设立多项构成要素;子准则层:将各项要素划分为多个要素水平,进而构建多层次的层次分析模型。

模糊综合评价法,是1965年由美国控制专家扎德教授所提出。模糊综合评价法是一种应用模糊系统的原理,从多个因素对被评价事物的隶属等级状况进行综合评价的方法,运用精准的数学方法将评价分析由定性转变为定量来解决主观判断的事务。而且能够更好地判断多因素、多层次、主观性强的复杂问题,近年来这种评价方法多被运用在商业、建筑、水利、医学等学科领域^[9-12]。

将模糊综合运算与层次分析法相结合既可以确定影响因素的权值,又可以运算出方案相对应的权值的评价等级,从而做出适当评价^[9]。方法研究流程,见图1。

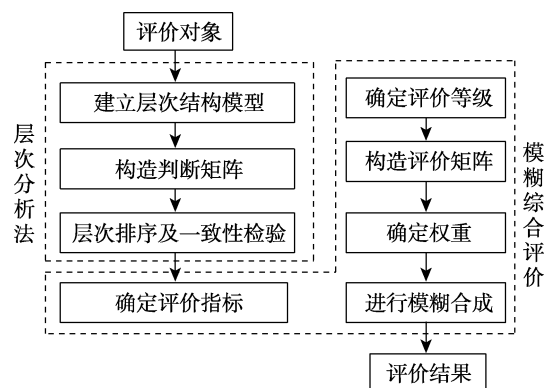


图1 F-AHP构造方法流程
Fig.1 F-AHP construction method flow

3 坐躺两用办公椅设计层次分析模型

3.1 构建层次分析模型

通过对坐躺两用办公椅进行设计调研,随机邀请

50 名用户, 分别为办公室职员、产品设计师、专家组等进行调查统计, 受访人员不受干扰地对调查问卷发表观点, 依据使用者对可供休息的两用办公椅具有可用性方面的要求, 制定出周密详细且具有针对性的调查问卷, 采取 2 种问卷形式, 分别为线上问卷和线下纸质发放, 在 2 种问卷方式中共发放调查问卷 300 份, 并整理筛选出有效问卷 283 份。结果发现, 使用者对两用办公椅的需求主要集中在包括: 便捷性, 操作是否方便快捷, 实际利用率的问题, 维修是否简单; 舒适性, 用户在工作 and 休息不同状态下座椅是否符合人机尺寸, 以及座面舒适度; 前卫性, 考虑产品造型

和表面材质是否得当, 以及颜色对使用者的感官影响; 科学性, 考虑产品结构的合理性, 选材、工艺、环保等问题。

通过需求将坐躺两用办公椅的准则层构建为便捷性、舒适性、前卫性、科学性, 再针对这 4 项要素细分为操作简单、操作方便、布局合理、重量轻、维修简单、材质宜人、人机比例合理、座面软硬度、座面冷热度、造型优美、颜色时尚、承重性好、结构合理、满足安全感、选材用料、工艺技术、绿色环保 17 项子准则层。至此, 构建坐躺两用办公椅设计需求的层次分析模型, 见图 2。

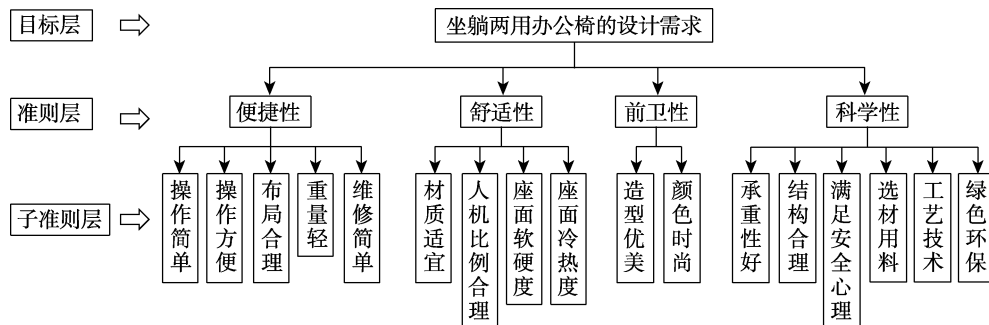


图 2 关于坐躺两用办公椅设计需求的层次分析模型

Figure 2 Hierarchical analysis model for the design requirements of the dual-purpose seat

3.2 构建判断矩阵、确定权重

在判断矩阵中确定 R 为目标层的指标, B 为本层中的因素, 则根据本层中 B_1, B_2, \dots, B_m 针对 R 的重要性可以构造判断矩阵, 见表 1。

判断矩阵中准则层的各要素分别与目标层进行对比, 用 b_{ij} 表示。而准则层的各要素对目标层的重要度评价用 $b_{ij}=B_i : B_j$ 表示, 见表 2。

表 1 判断矩阵的构建
Tab.1 Construction of judgment matrix

R	B_1	B_2	...	B_m
B_1	b_{11}	b_{12}	...	b_{1m}
B_2	b_{21}	b_{22}	...	b_{2m}
...
B_m	B_{m1}	b_{m2}	...	b_{mm}

表 2 判断矩阵标度
Tab.2 Scale of judgment matrix

标度	含义
1	B_i 同 B_j 比较, 一样重要
3	B_i 同 B_j 比较, 一般重要
5	B_i 同 B_j 比较, 显著重要
7	B_i 同 B_j 比较, 特别重要
9	B_i 同 B_j 比较, 极度重要
2、4、6、8	相间值
标度倒数	B_i 与 B_j 的重要度比为 b_{ij} , B_i 与 B_j 则为 $b_{ji}=1/b_{ij}$

对坐躺两用办公椅设计的层次分析模型中, 目标层为其设计需求, 用 A 表示; 准则层的评价指标分别为便捷性 (A_1)、舒适性 (A_2)、前卫性 (A_3)、科学性 (A_4) 表示; 随机选取 50 名办公室职员、产品设计师、专家组, 对目标层及基准层各指标进行评定得出判断矩阵及权重, 见表 3—7。

表 3 目标判断矩阵及权重
Tab.3 Target judgment matrix and weight

A	A_1	A_2	A_3	A_4	权重
A_1	1	2	3	2	0.415 5
A_2	1/2	1	2	1/2	0.184 9
A_3	1/3	1/2	1	1/3	0.107 0
A_4	1/2	2	3	1	0.292 6

表 4 便捷性准则判断矩阵及权重
Tab.4 Convenience Criterion judgment matrix and weight

A_1	A_{11}	A_{12}	A_{13}	A_{14}	A_{15}	权重
A_{11}	1	1	3	2	4	0.329 5
A_{12}	1	1	2	2	3	0.283 0
A_{13}	1/3	1/2	1	2	2	0.166 5
A_{14}	1/2	1/2	1/2	1	3	0.146 9
A_{15}	1/4	1/3	1/2	1/3	1	0.074 2

3.3 一致性检验及层次排序

1) 各因素归一后的特征向量为 W , 最大特征值为 λ_{max}

表5 舒适性准则判断矩阵及权重

Tab.5 Comfort Criterion judgment matrix and weight

A_2	A_{21}	A_{22}	A_{23}	A_{24}	权重
A_{21}	1	1/2	1	1/2	0.166 1
A_{22}	2	1	2	3	0.419 3
A_{23}	1	1/2	1	2	0.231 4
A_{24}	2	1/3	1/2	1	0.183 2

表6 前卫性准则判断矩阵及权重

Tab.6 Avant-garde Criterion judgment matrix and weight

A_3	A_{31}	A_{32}	权重
A_{31}	1	2	0.666 7
A_{32}	1/2	1	0.333 3

表7 科学性准则判断矩阵及权重

Tab.7 Scientific Criterion judgment matrix and weight

A_4	A_{41}	A_{42}	A_{43}	A_{44}	A_{45}	A_{46}	权重
A_{41}	1	2	5	4	3	2	0.347 0
A_{42}	1/2	1	3	3	2	2	0.225 7
A_{43}	1/5	1/3	1	1/2	1/2	1/3	0.059 1
A_{44}	1/4	1/3	2	1	1/2	1/2	0.081 7
A_{45}	1/3	1/2	2	2	1	2	0.150 9
A_{46}	1/2	1/2	3	2	1/2	1	0.135 6

$$W=(W_1, W_2, \dots, W_n)^T \quad (1)$$

$$AW=\lambda_{\max} W \quad (2)$$

将目标层 A , 准则层 A_1, A_2, A_3, A_4 代入式 (1) — (2) 得出最大特征值, n 指阶数。

2) 一致性检验指标为 M_{CI} :

$$M_{CI} = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (3)$$

M_{CI} 是否通过一致性检验, 可根据 M_{RI} 进行判断, 平均随机一致性指标 M_{RI} 有明确规定可自行通过查阅得到。一致性比率为 M_{CR} , 当 $M_{CR} \leq 0.1$ 时, 表示判断矩阵通过一致性检验, 矩阵合格。

$$M_{CR} = \frac{M_{CI}}{M_{RI}} \quad (4)$$

表8 一致性检验结果

Tab.8 Consistency test results

一致性	A	A_1	A_2	A_3	A_4
n	4	5	4	2	6
λ_{\max}	4.071 0	5.165 7	4.207 2	2	6.180 1
M_{CI}	0.023 7	0.041 4	0.069 1	0	0.036 0
M_{RI}	0.89	1.12	0.89	0	1.26
M_{CR}	0.026 6	0.036 9	0.077 6	0	0.028 6

经检验后, 发现目标层 A , 准则层 A_1, A_2, A_3, A_4 所对应的一致性比率 M_{CR} 的值均小于等于 0.1, 可确定判断矩阵通过一致性检验, 符合要求。

检验后, 将目标权重排序, 作为评价设计方案重要标准, 见表9。

表9 目标权重排序结果

Tab.9 Target Weight Sort Results

权重	A_1	A_2	A_3	A_4	目标权重	排序
A_{11}	0.329 5	-	-	-	0.136 9	1
A_{12}	0.283 0	-	-	-	0.117 6	2
A_{13}	0.166 5	-	-	-	0.069 1	6
A_{14}	0.146 9	-	-	-	0.061 0	8
A_{15}	0.074 2	-	-	-	0.030 8	14
A_{21}	-	0.166 1	-	-	0.030 7	15
A_{22}	-	0.419 3	-	-	0.077 5	4
A_{23}	-	0.231 4	-	-	0.042 8	10
A_{24}	-	0.183 2	-	-	0.033 9	13
A_{31}	-	-	0.666 7	-	0.071 3	5
A_{32}	-	-	0.333 3	-	0.035 7	12
A_{41}	-	-	-	0.347 0	0.101 5	3
A_{42}	-	-	-	0.225 7	0.066 0	7
A_{43}	-	-	-	0.059 1	0.017 3	17
A_{44}	-	-	-	0.081 7	0.023 9	16
A_{45}	-	-	-	0.150 9	0.044 2	9
A_{46}	-	-	-	0.135 7	0.039 7	11

通过层次分析法对坐躺两用办公椅设计要素进行深入分析, 可得出便捷性对坐躺两用办公椅的设计影响最大, 所属权重值为 0.415 5, 而科学性、舒适性、前卫性的权重值依次排列, 在子准则层指标评价中 $A_{11} > A_{12} > A_{41} > A_{22} > A_{31} > A_{13} > A_{42} > A_{14} > A_{45} > A_{23} > A_{46} > A_{32} > A_{24} > A_{15} > A_{21} > A_{44} > A_{43}$ 。通过科学的数据分析指导下, 在坐躺两用办公椅设计更应着重考虑它的实际使用 (操作简单方便), 为更好地实现卧躺功能, 在承重、选材、工艺等方面要加强改进, 使座椅尺寸更符合人机比例和座面舒适性。

4 实例验证

对办公室坐躺两用办公椅设计进行评价是一个模糊的过程, 这种评价结果是片面主观的, 可能会导致最终的决策结果不合理、不切实际。为了使最终的决策客观合理, 对方案进行模糊综合评价, 将定性的模糊评价转变为精确的数学运算。以下是对坐躺两用办公椅设计的3款方案, 见图3。

4.1 模糊综合评价

由 10 名专家, 通过对坐躺两用办公椅设计方案的准则层、子准则层的目标权重进行评价, 根据以下评价过程进行。

1) 通过专家评价来确定评价要素, 用 $y = \{y_1, y_2, y_3, y_4\}$ 代指便捷性、舒适性、前卫性、科学性, 确定评价要素集为 $y_i = \{y_{ij}\} (i, j = 1, 2, 3, 4)$ 。

2) 设评价集为 $V = (v_1, v_2, v_3, v_4)$, 相对应的 $V =$ (非

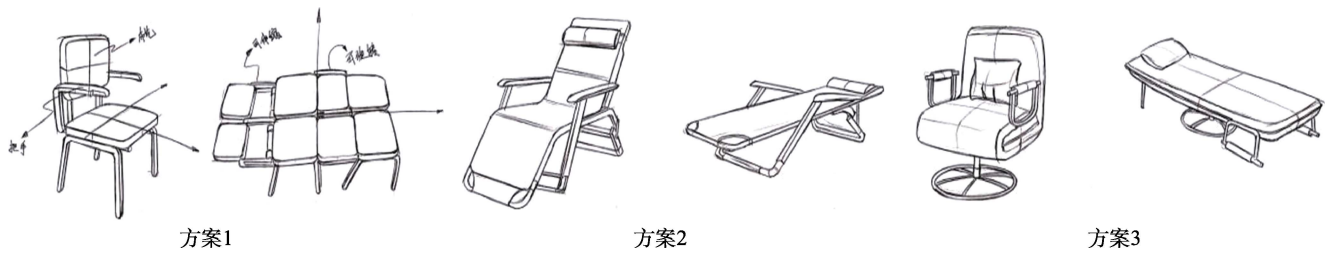


图 3 拼接式坐躺两用办公椅初步设计方案
Fig.3 splicing lie-down office chair design

常满意, 满意, 一般, 不满意), 评分标准为 90 分以上为非常满意, 80~90 分为满意, 60~80 分为一般, 60 分以下为不满意。

3) 通过对表 4—8 统计出每个指标的权重值:

$$\begin{aligned}
 B_A &= (0.415\ 5, 0.184\ 9, 0.107\ 0, 0.292\ 6) \\
 B_{A1} &= (0.329\ 5, 0.283\ 0, 0.166\ 5, 0.146\ 9, 0.074\ 2) \\
 B_{A2} &= (0.166\ 1, 0.419\ 3, 0.231\ 4, 0.183\ 2) \\
 B_{A3} &= (0.666\ 7, 0.333\ 3) \\
 B_{A4} &= (0.347\ 0, 0.225\ 7, 0.059\ 1, 0.081\ 7, 0.150\ 9, 0.135\ 6)
 \end{aligned}$$

4) 根据上述 3 种设计方案分别建立模糊综合评价矩阵, 以方案 1 为例, 对各设计需求打分, 建立子准则层对方案 1 的模糊综合评价矩阵, R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 代表准则层中便捷性、舒适性、前卫性、科学性的子准则层对方案 1 隶属度模糊综合评价矩阵:

$$R_1 = \begin{bmatrix} 0.6 & 0.3 & 0.1 & 0 \\ 0.5 & 0.3 & 0.2 & 0 \\ 0.3 & 0.3 & 0.4 & 0 \\ 0.4 & 0.3 & 0.3 & 0 \\ 0.3 & 0.4 & 0.3 & 0 \end{bmatrix} \quad R_2 = \begin{bmatrix} 0.4 & 0.3 & 0.3 & 0 \\ 0.5 & 0.3 & 0.2 & 0 \\ 0.5 & 0.4 & 0.1 & 0 \\ 0.4 & 0.3 & 0.3 & 0 \end{bmatrix}$$

$$R_3 = \begin{bmatrix} 0.4 & 0.4 & 0.2 & 0 \\ 0.3 & 0.4 & 0.3 & 0 \end{bmatrix} \quad R_4 = \begin{bmatrix} 0.6 & 0.2 & 0.2 & 0 \\ 0.5 & 0.4 & 0.1 & 0 \\ 0.4 & 0.4 & 0.2 & 0 \\ 0.4 & 0.4 & 0.2 & 0 \\ 0.5 & 0.3 & 0.2 & 0 \\ 0.4 & 0.5 & 0.1 & 0 \end{bmatrix}$$

设模糊评价集为:

$$D = B \circ R \tag{5}$$

$$D_K = B_K \circ R_K = \sum_{j=1}^m a_j r_{jk}, \quad K = 1, 2, 3, 4 \tag{6}$$

将 B_1 , R_1 代入式 (6):

$$D_1 = B_1 \circ R_1 = \sum_{j=1}^5 a_j r_{1j}$$

$$K = 1, 2, 3, 4$$

$$D_1 = (0.470\ 2 \quad 0.307\ 5 \quad 0.222\ 5 \quad 0.000\ 0)$$

同理将 B_2 、 R_2 、 B_3 、 R_3 、 B_4 、 R_4 代入得出:

$$D_2 = (0.465\ 1 \quad 0.323\ 1 \quad 0.211\ 8 \quad 0.000\ 0)$$

$$D_3 = (0.366\ 7 \quad 0.400\ 0 \quad 0.233\ 3 \quad 0.000\ 0)$$

$$D_4 = (0.507\ 1 \quad 0.329\ 1 \quad 0.163\ 9 \quad 0.000\ 0)$$

根据所得数据结果建立 2 级评价矩阵:

$$D = \begin{bmatrix} D_1 \\ D_2 \\ D_3 \\ D_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.470\ 2 & 0.307\ 5 & 0.222\ 5 & 0.000\ 0 \\ 0.465\ 1 & 0.323\ 1 & 0.211\ 8 & 0.000\ 0 \\ 0.366\ 7 & 0.400\ 0 & 0.233\ 3 & 0.000\ 0 \\ 0.507\ 1 & 0.329\ 1 & 0.163\ 9 & 0.000\ 0 \end{bmatrix}$$

5) 综合评价权重向量:

$$W = B_A \times D = (0.468\ 9 \quad 0.326\ 6 \quad 0.204\ 5 \quad 0.000\ 0)$$

方案 1 的百分制评分:

$$\mu = W \cdot \alpha = 80.59$$

根据加权平均法设定评语等级及对应数值标准, 最终得出方案 1 的百分制评分为 80.59, 同理方案 2 为 75.64, 方案 3 为 78.35。方案 1 为满意度最高的设计方案。根据坐躺两用椅的设计需求, 对方案 1 的设计进行深入细化, 见图 4—5。



图 4 坐躺两用办公椅设计
Fig.4 Design of sitting and lying office chair



图5 坐躺两用办公椅设计细节
Fig.5 design details of sitting and lying office chair

此产品符合准则层的4个设计要素(便捷性、舒适性、前卫性、科学性)。靠背设计为可伸缩功能,通过调节长度能更好地适用于不同身高的用户;座椅把手和椅腿通过不同角度的旋转适用于座椅的不同状态,满足了坐躺两用的理念;整个产品选用布制织物,其透气舒适有弹性,钢制椅腿承重性能强;选用绿色为主体色,给人安全、平静、舒适的感觉。整体造型加入大量倒角处理以达到最高安全度,形态呈现简洁风格符合大众的审美需求。

4.2 产品测试分析

此次产品测试实验运用 JACK 软件,是现有较为成熟的进行人体虚拟仿真测试数据分析的一款软件^[13]。近年来被广泛运用到多个学科领域,但是运用于坐躺式办公座椅这方面的研究还较少。为了最终检测结果更具真实性,根据《中国成人人体尺寸》设定人物模型参数为成年男性,平均身高 177 cm,体重 74 kg,进行坐姿和躺姿的仿真实验检测^[14],并对舒适度及受

力等方面进行分析。在软件中将数字人体模型设定不同姿势,可对不同关节部位进行动作调整,设定常用办公坐姿和躺姿2种人物状态,见图6—7。



图6 坐姿模型仿真
Fig.6 Simulation of sitting posture model

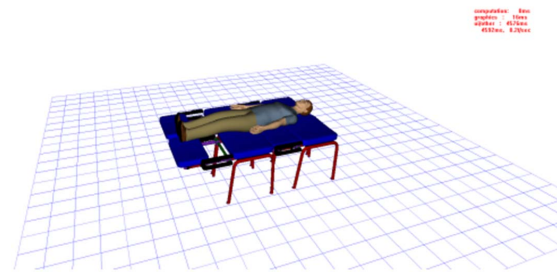


图7 躺姿模型仿真
Fig.7 Simulation of lying posture model

文中通过 JACK 软件对人体仿真模型的2种特定姿势进行受力舒适度分析,得出数据见图8。

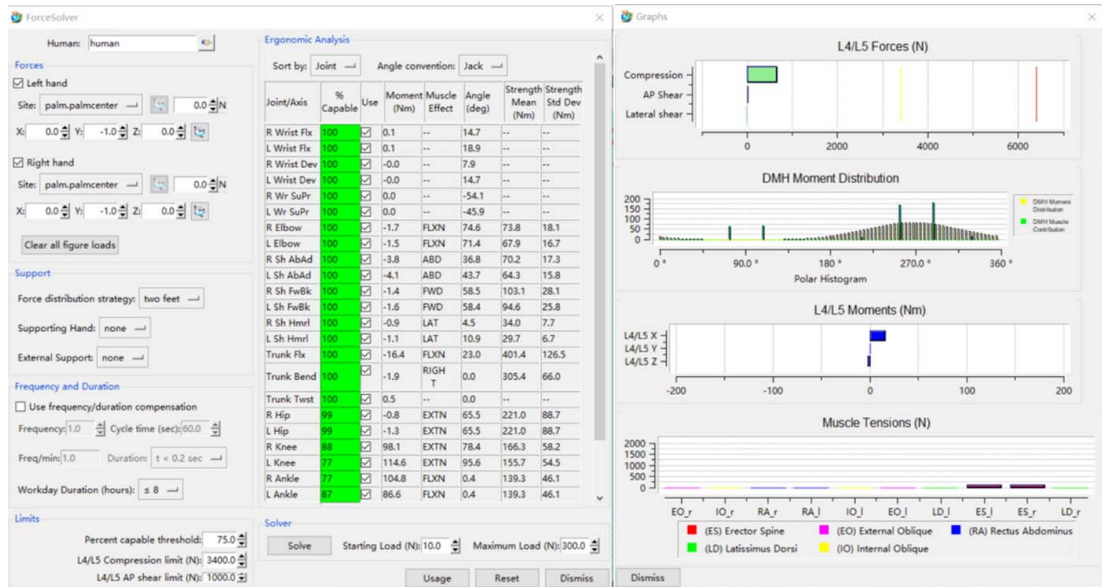


图8 舒适度分析
Fig.8 comfort analysis

4.3 评价结果分析

下背部受力分析主要依据 NIOSH (美国健康与安全与健康协会, National Institute for Occupational

Safety and Health)^[15]。根据实验结果得出 L4/L5 (第4腰椎、第5腰椎) 脊椎压力约 750 N, 压力数值远小于 NIOSH 的压力极限标准 3 400 N (黄色警告线处的数值), 说明人体的脊椎受力健康、肌肉受力也都

小于 2 000 N, 相应的扭矩分布、L4/L5 的扭矩均在正常范围内。表明拼接式坐躺两用办公椅在 2 种特定姿势下对人体肌肉和骨骼的舒适度较为合理, 可用性较高, 能够很好地满足办公族在加班或者午休时的需求, 并且操作简单、方便, 人机比例合理, 但是从专家评分的矩阵中可以发现其外观方面还有待进一步改善。

5 结语

将层次分析法和模糊综合评价法的双方优势结合起来, 针对坐躺两用办公椅涉及的过程进行深入研究。通过 F-AHP 建立分析模型, 确立坐躺两用办公椅的评价指标及设计要素, 构建判断矩阵得出各个指标的权重值, 将权重数值较高的几项要素运用到产品设计中, 得出初步的 3 种方案。再通过模糊综合评价法对 3 种方案进行准确评价分析, 确定最优方案。运用 JACK 软件进行实验测试, 确定最优方案的可行性。通过多种方法的结合, 对坐躺两用办公椅的方案生成更具科学系统性, 为以后类似产品的设计提供一定参考。

参考文献:

- [1] 莫玲玲, 石志新, 罗玉峰, 等. 针对久坐人群保健办公椅的设计及位置分析[J]. 机械传动, 2020, 44(6): 78-83.
MO Ling-ling, SHI Zhi-xin, LUO Yu-feng, et al. Design and Position Analysis of Health Office Chair for Sedentary Crowd[J]. Journal of Mechanical Transmission, 2020, 44(6): 78-83.
- [2] 王丽君. 基于生理与心理反应的办公桌椅舒适度研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2013.
WANG Li-jun. Office Desk and Chair Comfort Study Based on Physiological and Psychological Reaction[D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2013.
- [3] 杨宛莹, 张福昌. 基于人机工程学的办公座椅舒适性设计研究[J]. 包装工程, 2017, 38(12): 187-191.
YANG Wan-ying, ZHANG Fu-chang. Comfort Design of Office Chair Based on Ergonomics[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(12): 187-191.
- [4] 吴新林, 申黎明. 基于人体工程学的办公椅设计与办公人员的职业健康[J]. 中国社会医学杂志, 2011, 28(1): 26-28.
WU Xin-lin, SHEN Li-ming. The Design of Ergonomics Office Chair and Occupational Health of the Office Staff[J]. Chinese Journal of Social Medicine, 2011, 28(1): 26-28.
- [5] 许继峰, 张寒凝, 崔天剑. 基于坐姿行为的办公椅设计与创新[J]. 包装工程, 2013, 34(8): 52-56.
XU Ji-feng, ZHANG Han-ning, CUI Tian-jian. Office Chair Design and Creation Based on Sitting Behavior[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(8): 52-56.
- [6] 李永锋, 朱丽萍. 基于结合分析的产品意象造型设计研究[J]. 图学学报, 2012, 33(4): 121-128.
LI Yong-feng, ZHU Li-ping. Research on Form Design of Product Image Based on Conjoint Analysis[J]. Journal of Graphics, 2012, 33(4): 121-128.
- [7] 尚凯, 张青, 常能, 等. 基于可供性概念的座椅舒适度设计[J]. 包装工程, 2019, 40(24): 205-209.
SHANG Kai, ZHANG Qing, CHANG Neng, et al. Seat Comfort Design Based on the Concept of Affordance[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(24): 205-209.
- [8] 常瑜, 刘宝顺, 田园. 基于层次分析法的扫地车造型模糊综合评价方法及应用[J]. 机械设计, 2017, 34(3): 121-125.
CHANG Yu, LIU Bao-shun, TIAN Yuan. Method and Application of Fuzzy Comprehensive Evaluation of Sweeping Vehicle Modeling Based on AHP[J]. Journal of Machine Design, 2017, 34(3): 121-125.
- [9] 陆宁, 徐伯初, 支锦亦, 等. 基于模糊层次分析法的自动排泄处理器设计评估[J]. 包装工程, 2018, 39(8): 151-155.
LU Ning, XU Bo-chu, ZHI Jin-yi, et al. Evaluation of Automatic Defecation Device Based on Fuzzy Analytical Hierarchy Process[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(8): 151-155.
- [10] 张东方. 基于 FAHP 的立体车库人机界面可用性评价方法[J]. 机械设计, 2014, 31(4): 97-100.
ZHANG Dong-fang. Usability Evaluation Method on Human-Machine Interface of Stereo Garage Based on FAHP[J]. Journal of Machine Design, 2014, 31(4): 97-100.
- [11] 龙泉. AHP-模糊综合评价法在绩效评估中的应用研究[J]. 冶金经济与管理, 2007(2): 45-48.
LONG Quan. Application of the AHP- Fuzzy Synthetical Evaluation Method in the Evaluation of Performance[J]. Metallurgical Economics and Management, 2007(2): 45-48.
- [12] 王瑜, 李勇. 基于模糊综合评价的 HOV 车道综合效益分析[J]. 公路交通科技, 2020(9): 148-158.
WANG Yu, LI Yong. Analysis on Comprehensive Benefit of HOV Lane Based on Fuzzy Comprehensive Evaluation[J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2020(9): 148-158.
- [13] 章勇, 徐伯初, 支锦亦, 等. 高速列车旋转座椅的人机工程改进设计[J]. 机械设计, 2016, 33(8): 109-112.
ZHANG Yong, XU Bo-chu, ZHI Jin-yi, et al. Improved Design on Human-Machine Engineering for the Rotary Seat of High Speed Train[J]. Journal of Machine Design, 2016, 33(8): 109-112.
- [14] 钮建伟, 张乐. Jack 人因工程基础及应用实例[M]. 北京: 电子工业出版社, 2012.
NIU Jian-wei, ZHANG Le. Jack fundamentals and Application of Human Factors Engineering[M]. Beijing: Publishing House of Electronics industry, 2012. [LinkOut]
- [15] 陆宁, 朱读鑫, 李芳宇. 老年智能健康检测一体机的人机工程设计与仿真分析[J]. 机械设计, 2020, 37(10): 128-133.
LU Ning, ZHU Du-xin, LI Fang-yu. Ergonomic Design and Simulation Analysis of Integrated Intelligent Health Testing Machine for the Elderly[J]. Journal of Machine Design, 2020, 37(10): 128-133.

责任编辑: 陈作