

基于体压分布的沙发靠背高度对坐姿舒适性的影响

郭 勇^{1,2}, 陈玉霞^{1,2}, 申利明²

(1. 安徽农业大学林学与园林学院, 合肥 230036; 2. 南京林业大学木材工业学院, 南京 210037)

摘 要: 利用体压分布测量系统, 采用主观评价与客观测试相结合的方法分析了沙发靠背高度与坐姿舒适性、及压力分布指标之间的关系, 为从人体工程学的角度优化沙发靠背面的设计以及沙发舒适性的评价提供了理论依据。试验研究表明, 沙发靠背面的高度较大时, 坐姿总体舒适性会较高, 但较高的靠背面会影响颈部的舒适性。

关键词: 沙发; 靠背面高度; 坐姿舒适性; 体压分布测试

中图分类号: TS665.4

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2011)01-0131-04

Influence of backrest height on sitting comfort based on body pressure distribution

GUO Yong^{1,2}, CHEN Yu-xia^{1,2}, SHEN Li-ming²

(1. School of Forestry and Landscape Architecture, Anhui Agricultural University, Hefei 230036;

2. College of Wood Science and Technology, Nanjing Forest University, Nanjing 210037)

Abstract: By using body pressure measure system and subjective evaluation, the paper analyzed and evaluated the effect of backrest height on the sitting comfort and the relationship between the pressure distribution indexes and the sitting comfort, and provided a theoretical basis for reasonably optimizing backrest interface design and evaluating sitting comfort from ergonomically perspective. The experimental results show that the higher the backrest is, the more comfortable the back would feel. But when the height of the backrest is beyond some level, the cervix would feel discomfort.

Key words: sofa; backrest; height; sitting comfort; body pressure distribution

1984 年台湾廖有灿等人指出“座椅靠垫设计的重要性要超过座垫”, “靠背支撑点的选择决定其功能, 而并非大的或柔软的靠垫就舒适”^[1]。座椅靠背上的压力分布, 应当是肩胛骨和腰椎骨两个部位最高, 这就是靠背设计中所谓的“两点支撑”准则。不同用途的座椅, 两点支撑的作用不是一样的。腰靠支撑是使背部疼痛和疲劳减至最低的主要手段。如果没有腰靠, 人体只能靠肌肉来维持腰椎曲线, 势必引起腰部肌肉的疲劳和损伤。近些年来, 随着人体工程学的发展, 国内外作了许多相关的研究。2003 年 Makhsous 等的研究表明, 腰部支撑不足会导致慢性健康问题, 如背部下端疼痛、肩部疼痛、颈部疼痛、疲劳和不舒适等症状^[2]。在坐姿条件下, 腰部疼痛是身体不舒适的重要原因, 其次是颈部和背部^[3]。合理的腰部支撑可以减少坐姿条件下不舒适

的产生。有关研究结果表明背部下端的不舒适症状与背部下端、座椅靠背的接触面积有关^[4], 而接触面积又与靠背面的尺寸有密切的关系。作者利用体压分布测量测通, 采用主客观测试相结合的方法研究了靠背面高度对坐姿舒适性的影响, 分析了靠背面高度与各压力分布指标的关系, 从而为沙发靠背面的优化设计和沙发舒适性评价提供了理论依据。

1 材料与方法

1.1 被试者

6 名青年男性大学生志愿者, 年龄 (23±3.3) 岁、身高 (171.6±7.0) cm、体重 (66.3±10.5) kg, 身体健康状况良好, 试验前 24 h 未进行剧烈体力活动, 无肌肉疲劳现象。

1.2 测试内容及坐姿要求

测试 3 种靠背高度下人体背部的压力分布, 试

收稿日期: 2009-09-29

基金项目: 安徽省高校省级自然科学基金项目 (KJ2010B342) 资助。

作者简介: 郭勇, 男, 博士研究生, 讲师。E-mail: sheherose@163.com

验时要求受试者自然后倾, 靠于沙发靠背之上, 眼睛平视前方, 左右大腿大致平行, 膝部弯曲大致呈 90° , 足平放于地面, 双肩放松, 双手轻轻置于大腿之上。

3种靠背高度为51、56和61 cm, 沙发的坐垫和靠垫硬度适中, 弹性较好, 座面高度级差(Δh =座面高度-人体坐高-鞋高)为0 mm, 深度级差(Δd =座面深度-人体坐深)为25 mm, 靠背倾角 110° , 座面倾角 7° 。

主观评价采用语义微分法, 使用七级量表, 评价包括总体舒适度评价、身体部位舒适度评价和沙发特征描述3项内容。

1.3 BPD数据的采集

采用美国 Tekscan 公司所提供的体压分布测量系统(BPMS, body pressure measure system)测试人一座面压力分布数据。测试时, 首先将压力传感垫置于人与靠背面之间, 待压力分布相对稳定后进行记录, 记录时间为5 min, 采样率为 $8\text{ f}\cdot\text{s}^{-1}$ 。

1.4 试验程序

试验前告知受试者试验的目的、试验的内容和测试的方式, 并帮助其熟悉主观舒适度评价量表。试验过程中, 受试者不得多讲话, 向实验人员报告舒适状况时避免大声或激动。一种坐姿状态测试完毕, 休息30 min后进行下一坐姿状态的测试。

1.5 统计分析

从试验过程中存取的压力分布记录文件(文件名为“fsx”), 可以转换成一般电脑可以读取的压力矩阵ASCII纯文本文档, 将此ASCII文档导入Office Excel 2003, 作为计算及统计分析的基础。由BPMS

直接读取靠背面总压力、平均压力、最大压力和接触面积等压力分布指标, 并通过压力分布矩阵推算平均压力梯度、最大压力梯度、纵向压力分布曲线、横向压力分布曲线^[5-8], 推算公式分别为:

$$G_v = \frac{1}{N_p} \sum_{i=1}^{N_p} G_i \quad (1)$$

N_p 为受压点数, 显然 $N_p \leq N$ (N 为测点数)。

$$G_m = \max(G_1, G_2, \dots, G_N) \quad (2)$$

N 为测点数。

对各项压力分布指标进行统计计算, 求其与主观评价结果的相关关系, 确定压力分布指标的有效性及使用范围。统计分析使用Excel和SPSS软件。

2 结果与讨论

2.1 沙发海绵靠垫的高度与压力分布指标

对试验测得数据进行统计处理, 并取6名测试对象各测试项目的均值, 结果列于表1。以海绵靠垫的高度为横坐标, 各压力分布指标的测试结果的均值为纵坐标画图, 得到海绵靠垫的硬度与各压力分布指标的关系, 如图1所示。

从表1可以看出, 由受试者个体间的差异性所引起的试验结果偏差要远大于重复试验所导致的实验误差, 即所选受试者具有明显的个体差异性, 从而表明试验结果具有一定的适用范围。

由图1(a)可以看出, 随着靠背高度的增大, 靠背面上的承重减小, 这主要是因为, 随着靠背高度的增大人的肩部接触面积越来越大, 较大的接触面积限制了上身后仰角的增大, 从而使人体上身中心迁移, 座面的承重增大, 靠背面的承重反而减小。

表1 3种不同高度的靠背垫上的压力分布结果

Table 1 Pressure distribution on the three backrest surface with different backrest height

分布指标 Distribution indexes	海绵靠垫的高度/cm			SD1 (N=6)	SD2 (N=3)
	51	56	61		
总压力/kg Total pressure	15.02	14.90	14.45	2.62	0.30
接触面积/cm ² Contact area pressure pressu	1 199.85	1 177.11	1 167.44	132.51	16.64
平均压力/kPa Average pressure	1.25	1.27	1.24	0.11	0.02
最大压力/kPa Maximum pressure	3.34	3.29	3.06	0.48	0.15
平均压力梯度/kPa·cm ⁻² Average pressure gradient	0.28	0.29	0.28	0.02	0.00
最大压力梯度/kPa·cm ⁻² Maximum pressure gradient	2.15	2.03	1.94	0.49	0.11

注: ①SD1为受试者之间的标准方差; ②SD2为重复试验的标准方差值; ③各压力指标均为6名受试者的平均值; ④沙发靠背倾角 100° 。

Note: ①SD1 is the standard deviation between testers; ②SD2 is the standard deviation between repeat tests; ③Pressure indexes are average values of 6 testers; ④ Angle for sofa backrest is 100° .

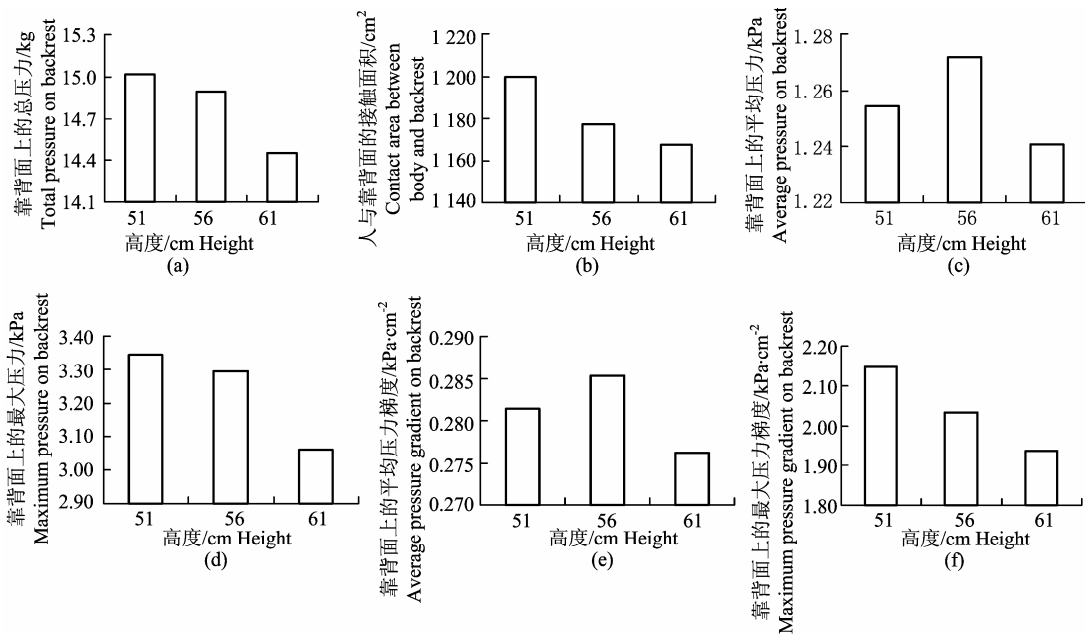


图 1 靠垫的高度与体压分布各指标的关系

Figure 1 The relationship between backrest height and the pressure distribution indexes on backrest surface

表 2 关于坐姿舒适性的主观评价结果

Table 2 The subjective evaluation results about the degree of sitting comfort

主观评价项目 Subjective evaluation item	靠背高度/cm Backrest height		
	51	56	61
柔软性 Softness	0.37	0.44	0.48
稳定性 Stability	0.00	0.00	0.00
肩部接触面积 Contact area in shoulder	0.52	0.52	0.70
背部接触面积 Contact area in back	1.81	1.78	1.85
腰部接触面积 Contact area in waist	2.19	2.11	2.07
腰部舒适感 Waist comfort	0.00	0.09	0.65
背部舒适感 Back comfort	0.29	0.65	0.82
肩部舒适感 Shoulders comfort	0.67	0.89	1.00
颈部舒适感 Neck comfort	0.07	0.00	0.00
总体舒适度 Sitting comfort in total	1.65	2.98	4.26

注: 表中数据是利用模糊数学理论处理得到的。

Note: The data in the table are accessed by using fuzzy theory.

由图 1(b)可以看出, 随着靠背高度的增大, 人体与靠背面的接触面积逐渐减小。虽然随着靠背高度的增大, 肩部接触面积会有一定程度的增大, 但同时后仰角的减小也会使人体上身的下沉量减少, 从而使腰背部的接触面积减小。因此, 总体接触面

积呈现递减的趋势。

由图 1(c)和(e)可以看出, 随着靠背高度的增大, 靠背面上的平均压力和平均压力梯度呈现先增大后减小的趋势。本实验中, 靠背高度为 61cm 时, 靠背面上的平均压力和平均压力梯度最小。

由图 1(d)和(f)可以看出, 随着靠背高度的增大, 靠背面上的最大压力和最大压力梯度逐渐递减。

2.2 主观评价结果

将靠背面上的主观评价的数据利用“模糊理论”进行统计处理, 所得结果列于表 2。

由表 2 可以看出: (1)随着靠背垫高度的增加, 靠背面的柔软感略有提高, 这可能是因为靠背垫高度的增高, 提高了肩部与靠背面的接触面积, 从而使肩部的柔软感增强所引起的; (2)随着靠背垫高度的增大, 人体肩部的接触面积增大, 而腰部接触面积逐渐减小, 背部接触面积先增大后减小; (3)随着靠背垫高度的增大, 人体肩部、背部、腰部的舒适感增强, 而颈部的舒适感略有降低。颈部舒适感的降低可能是因为较高的靠背影响了颈部的活动度; (4)人体坐姿的总体舒适感随着靠背垫高度的增大而增强。

2.3 主观舒适感评价与客观测试结果之间相关性

将主观评价所得结果与客观测试的各项指标进行相关性分析, 结果列于表 3。

表3 关于靠背高度的主观测试结果与客观测试结果的相关性

Table 3 Correlativity between subjective and objective evaluation results about the backrest height

主观评价项目 Subjective evaluation item	总压力 Total pressure	接触面积 Contact area	平均压力 Average pressure	最大压力 Maximum pressure	平均压力梯度 Average pressure gradient	最大压力梯度 Maximum pressure gradient
柔软性 Softness	-0.825	-0.738	-0.098	-0.955	0.245	-0.156
肩部接触面积 Contact area in shoulder	0.964	0.480	0.415	0.980*	0.082	-0.173
背部接触面积 Contact area in back	0.567	0.931	-0.266	0.786	-0.577	0.500
腰部接触面积 Contact area in waist	-0.430	0.781	-0.968	-0.143	-0.996	0.980**
腰部舒适感 Waist comfort	-0.975	-0.440	-0.455	-0.997*	-0.127	0.217
背部舒适感 Back comfort	-0.501	-0.957	0.341	-0.735	0.639	-0.566
肩部舒适感 Shoulders comfort	-0.430	0.781	-0.968	-0.143	-0.996	0.970**
总体舒适度 Sitting comfort in total	-0.832	-0.729	-0.111	-0.959	0.233	-0.143

** $\alpha = 0.01$; * $\alpha = 0.05$

由表3可以看出:

(1)与各项压力分布指标的相关性不显著;肩部接触面积与最大压力呈现显著的相关性,且为正向相关性,即随着肩部接触面积的增大,最大压力增大,这主要是因为肩部是人体主要的背部支撑点,肩部接触面积的增大也就意味着肩部支撑力的增大,因此会出现最大压力的增大。

(2)触面积与最大压力梯度呈现显著的相关关系,且呈正向相关性,即随着腰部接触面的增大,最大压力梯度增大。腰部支撑是两点支撑的一个重要的支点,而两个支点是最大压力梯度最容易出现的部位。随着腰部接触面积的增加,腰部的下沉量增大,从而使压力梯度增大。

(3)适度与最大压力呈现显著的负向相关性,即随着靠背面上最大压力的增大,腰部舒适度会显著降低。因此在沙发设计时,腰部要有足够的支撑,并非仅提高该部位的受力,增大其接触面积也是提高其舒适度的有效方法。

3 小结

沙发靠背面的高度较大时,人体肩部、背部、腰部和总体坐姿舒适感较强,但较高的靠背面会影响颈部的舒适性,建议通过提供头靠来提高头部和

颈部的舒适性;腰部舒适性与最大压力、最大压力梯度、腰部接触面积密切相关,可以利用这些压力分布来评价腰部舒适性;可以通过提高腰部压力梯度和接触面积的方法来提高腰部舒适性,同时腰部的最大压力不应过大,否则也会影响腰部舒适性。

参考文献:

- [1] 廖有灿, 范发斌. 人体工学[M]. 台湾: 大圣书局, 1984.
- [2] Makhssous M, Lin F, Hendrix R, et al. Sitting with adjustable ischial and back sports[J]. Biomechanical Changes Spine, 2003, 28: 1113-1122.
- [3] Bush T R, Mills F T, Thakurta K, et al. The use of electromyography for seat assessment and comfort evaluation[M]//Human factors in vehicle design. SAE Technical Series, 1995, 950143: 27-32.
- [4] de Looze M P, de Kuijt-Evers L F M, et al. Sitting comfort and discomfort and the relationships with objective measures[J]. Ergonomics, 2003, 46(10): 985-997.
- [5] 徐明, 夏群生. 体压分布的指标[J]. 中国机械工程, 1997, 8(1): 65-68.
- [6] 陈玉霞, 申利明. 沙发舒适度的评价方法探讨[J]. 西北林学院学报, 2007, 22(2): 179-183.
- [7] 张灵莹. 主观指标评价的模糊综合评价方法及应用[J]. 深圳大学学报, 1998, 15(1): 92-94.
- [8] 刘建中, 铃木近, 青木弘行. 汽车乘坐舒适性主观评价模型的构筑[J]. 汽车技术, 1994(9): 11-20