

基于人机工程学的办公桌桌面高度优化研究

易熙琼^{1,3}, 陈浩森², 申黎明³

(1. 东莞职业技术学院, 东莞 523808; 2. 《家具》杂志社, 上海 200001; 3. 南京林业大学, 南京 210037)

摘要: 从产品设计与人机工程学角度出发, 构建了基于健康坐姿的办公桌桌面作业的评价指标, 并根据层次分析法原理, 采用专家评判法计算得到了各指标的权重值与重要性排序; 通过摄像法测量得到了不同的实测数据; 通过对实验数据进行分析与比较, 在参考各指标权重的情况下, 计算得到了最优化的办公桌桌面高度。

关键词: 办公桌; 桌面高度; 健康坐姿; 层次分析法; 摄像法

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2011)04-0044-04

Research on Office Desk Height Based on Ergonomics

YI Xi-qiong^{1,3}, CHEN Hao-miao², SHEN Li-ming³

(1. Dongguan Polytechnic, Dongguan 523808, China; 2. Furniture Magazine Agency, Shanghai 200001, China; 3. Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)

Abstract: From the perspective of product design and ergonomics, the health-based desktop operating desk posture evaluation index was constructed, and AHP weight and sequence of each index was calculated based on AHP, and then measured by a different camera method of data evaluation. Finally, experimental data were analyzed and compared at the same time refer to the weight of each index case, and ultimately calculated the optimum desk height table is 770 mm.

Key words: desk; desk height; healthy sitting; AHP; camera method

在崇尚健康生活、快乐工作的今天, 职业健康问题所引发的问题日益凸显。不合理的办公桌设计与选用是影响人们健康的重要因素之一。设计合理的办公桌对维系“办公室健康”有着重要意义。人们使用办公桌时, 桌面高度的合理与否, 对脊椎、腰椎、肘部肌肉、眼睛等身体组织和器官的健康舒适有着重要的影响。美国劳动安全与健康协会(OSHA)的调查研究表明, 在当前的工作环境中, 人们普遍受到肌肉功能紊乱(Musculoskeletal Injuries, MSIS)和眼部疲劳等方面的职业伤害, 而这些职业损伤的发生均与工作桌面的高度设置有着密切的关系^[1]。从人机工程学角度出发, 利用摄像法等手段对办公桌桌面高度进行研究, 并利用层次分析法对结果进行分析与优化, 从而探讨得到最优工作高度值的可能。

1 健康坐姿评价指标及权重确定

1.1 评价指标的确定

根据人机工程学以及生物力学的相关理论, 选取

颈部弯曲角、躯干角、肘高、视距等4个指标来评价不同办公桌桌面高度下的坐姿健康状况。

1) 颈部弯曲角: 不同的坐姿状态下, 颈椎间盘内的压力会不同。一般而言, 低头工作时椎间盘内的压力最大, 头颈竖直时颈椎间盘内的压力较小, 而卧床时椎间盘内压力最小。

2) 躯干角: 当人体自然站立时, 脊柱成理想的“S”形曲线, 腰椎不易疲劳; 而人体坐姿工作时, 往往会因为桌椅设计不科学或不配套, 迫使脊柱变形, 加速疲劳, 产生腰部酸痛等不适症状。

3) 肘高: 保持前臂处于水平状态, 考虑人体肘高与水平面齐平, 给予前臂支撑, 即可达到舒适、健康的要求。

4) 视距: 视距决定焦点、集合焦点的位置, 是影响眼球内调节焦点的睫状肌、调节集合焦点的水平外眼肌所承受负荷的主要因素。视距离越小, 睫状肌和水平外眼肌受力越大。一般眼睛看目标的距离以300~500 mm为宜。

1.2 指标权重的确定

收稿日期: 2010-11-11

作者简介: 易熙琼(1984-), 女, 长沙人, 硕士, 东莞职业技术学院教师, 主要从事家具产品人机工程学的教学与研究。

为了维持健康的坐姿,能够得到最优化的办公桌桌面高度设计,通过层次分析方法(AHP法),来分析各指标对于健康坐姿的权重大小。层次分析法是一种定性定量相结合,确定多属性对象系统评价指标权重的分析方法。

根据AHP法的原理,采取专家评判法,由10位工业设计专业教授对评价指标的重要程度进行判断打分。对评判结果进行整理后,运用Super Decision软件计算得到各指标的权重值^[2]。列出一位专家的判断打分情况及最终权重,见表1。

表1 客观评价指标判断矩阵及权重

Tab. 1 Judgment matrix and weightings of objective evaluation

	躯干角	颈部弯曲角	视距	肘高	权重 Q_i	综合权重 Q
躯干角	1	1	4	4	0.414	0.424
颈部弯曲角	1	1	3	3	0.358	0.348
视距	1/4	1/3	1	2	0.134	0.130
肘高	1/4	1/3	1/2	1	0.094	0.098

$\lambda_{\max}=4.117, CI=0.024, RI=0.9, CR=0.027<0.1$

(注: Q_i 是根据一位专家对指标重要程度的判断计算得到的; Q 是根据10位专家的 Q_i 值计算得到的均值,即 $Q=\sum Q_i/10$;表中的指标两两判断值是某一位专家的评定示意。)

从表1可以看出,健康坐姿指标的权重排序依次为:躯干角>颈部弯曲角>视距>肘高。其中躯干角的权重最大,为0.414,即在健康坐姿评价体系中,躯干角值最具有参考价值。

2 摄像测量实验

2.1 被试

在校大学生男女各10名,年龄为20~26岁之间,身体健康,无身体缺陷。实验前24 h未进行过剧烈活动,无肌肉疲劳现象,其人体基本参数见表2。

2.2 实验方法

2.2.1 指标测量

各指标测量项目及其定义见表3与图1。

实验坐姿分端坐与自然坐姿2种,要求分别为:(1)端坐坐姿:受试者挺胸坐凳面上,双眼平视前方,左、右大腿大致平行,膝大致屈成直角,足平放地面上,上臂自然下垂,前臂与上臂呈90°,前臂水平前

表2 被试人体基本参数

Tab. 2 Fundamental parameters of human

测量项目	男性		女性	
	均值 (N=10)	标准差 (N=10)	均值 (N=10)	标准差 (N=10)
身高/mm	173.7	5.4	160.7	4.6
坐高眼高/mm	794.7	28.3	758.7	24.6
坐姿肘高/mm	266.0	21.1	247.9	15.1

表3 测量项目

Tab. 3 Measuring items

编号	测量项目	人体测量尺寸定位
A	颈部弯曲角	枢椎齿突后缘最高点与第7颈椎棘突构成的连线和垂直面的夹角
B	躯干角	平肩胛下角的椎体和第5腰椎连线与垂直面夹角
C	视距	右眼与桌面视焦点或显示屏中心的垂直距离
D	肘高	肘关节与坐面的垂直距离

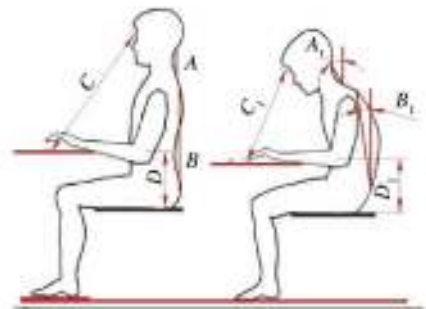


图1 测量项目位置示意

Fig. 1 Diagrammatic sketch of item position

伸,手掌握拳正面朝上;(2)自然坐姿:受试者根据自身习惯,舒适坐好即可。无硬性规定和标准。

2.2.2 测量项目判断标准

1) 颈部弯曲度。生物力学研究表明,坐姿时颈部弯曲角度与人体颈部肌肉疲劳度有关,颈部弯曲角增加一倍,颈肌负荷成倍加重^[3]。徐娟芳在其硕士论文中表明,颈部前倾角为15°时,持续6 h未见颈部不适和肌电值大幅改变的现象;超过30°时,颈部不适感明显增多,故颈部弯曲角以30°作为参考值。当颈部弯曲度小于30°且在颈椎的活动范围内,数值越小越好;当颈部弯曲度大于30°时,颈椎弯曲程度严重,人体疲劳感增加,需调整坐姿^[4]。

2) 躯干角。由于肌电图幅度和频率的分析可检测局部肌肉的负荷和疲劳程度,因此 IEMG 的高低可用来说明肌肉的紧张程度和负荷。韦坚、韦贵康认为,身体坐姿的不同会使脊柱弯曲的程度不一样,从而背部脊肌肌电图发生变化^[5]。王政名、龚小龙等通过研究发现,躯干角为 0° 时积分肌电值(IEMG)明显低于其他躯干角,表明此时腰背肌负荷较小,与生物力学模型计算的结果也相一致^[6]。所以躯干角参考值设为 0°,越接近 0°,身体越挺直。

3) 肘高。手臂是唯一与办公桌正面接触的肢体,如果从人体工程学角度来设计桌面,侯建军、申利明认为作业时保持手臂的水平或向下是办公桌面设计的最佳原则^[7]。同时通过 VDT 实验操作,王生、李莉、姜家忠等发现前臂与水平面成 0° 角时,肌电积分值最小,此时肌肉负荷最小^[8]。因此,以受试者端坐时肘高值为参照,自然坐姿时肘高值与参照值差值接近于

0° 时最佳。

4) 视距。一般眼睛注视目标物体的距离以 300 ~ 500 mm 为宜。不同的作业坐姿时,视距离将不同^[9]。普通桌面作业时视距参考的判断值为 300 mm,较为适宜。当视距大于 300 mm 时,且在合理的视距范围内(500 mm),越大越好;当视距小于 300 mm 时,视距则需要改善^[10]。

3 结果分析

3.1 测量结果分析

通过摄像法拍摄被试自然坐姿下的侧身姿态,在相片上进行指标数据的测量,得到了不同桌面高度下的躯干角、颈部弯曲角、视距以及肘高值,并通过 SPSS 软件对被试的 4 个指标均值和标准偏差进行分析,具体结果见表 4。

表 4 不同桌面高度下的评价指标值
Tab. 4 Item values in different desk heights

桌面高度/ mm	躯干角/(°)		颈部弯曲角/(°)		视距/(°)		肘高/mm	
	均值	标准偏差	均值	标准偏差	均值	标准偏差	均值	标准偏差
670	21.7	5.3	35.2	15.1	321.7	44.0	-30.8	27.9
710	17.1	6.0	31.5	7.6	319.1	32.3	2.70	29.6
750	16.9	5.4	28.4	7.8	283.8	38.1	43.5	34.6
790	13.1	5.2	23.7	7.2	255.2	40.1	69.9	54.8

从表 4 可以看出,在桌面高度为 670 mm 时,躯干角均值最大,在桌面高度为 790 mm 时,躯干角均值最小。一般而言躯干角越小,说明脊椎弯曲程度越接近人体自然站立状态。从躯干角数据分析结果可知,桌面高度为 790 mm 时相对最优。在桌面高度为 670 mm 时,颈部弯曲角均值最大,在桌面高度为 790 mm 时,颈部弯曲角均值最小。因此从颈椎健康考虑,桌面高度为 790 mm 时相对最优。

视距均值大于 300 mm 的高度有 2 个,且相差程度较小。根据均值数据大小及标准偏差的比较分析可知,710 mm 高度下的视距值更加合理可靠,能够保证较好的眼睛舒适度,故对于视距而言,桌面高度 710 mm 相对较优。在桌面高度为 670 mm 时,自然坐姿肘高比端坐时肘高低 30.8 mm;在桌面高度为 710 mm 时,自然坐姿比端坐时的肘高略高出 2.7 mm,是 4 个不同桌面高度水平下,自然肘高与端坐肘高最接近的。因此从肘高指标的分析来看,办公桌桌面高度为 710

mm 相对最优。

3.2 桌面高度最优化

通过以上实验结果得到了各指标对应的最优办公桌桌面高度,结合之前计算得到的健康坐姿评价指标的权重,综合比较最终计算得到了最优的办公桌桌面高度,计算过程和结果见表 5。

表 5 最优化桌面高度
Tab.5 Optimized desk height

指标	单项最优值(H_i) /mm	权重(Q_i)	综合最优值(H)
躯干角	790	0.424	$H = \sum H_i \times Q_i =$ 770 mm
颈部弯曲角	790	0.348	
视距	710	0.130	
肘高	710	0.098	

从表 5 可看出,在同时考虑各指标权重的情况下,最终计算得到最优化的办公桌桌面高度为 770 mm。

(下转第 73 页)

代的一个显著特点。其免费的根本原因在于整个服务过程中,并没有涉及任何实体产品所有权的转移。实体产品变得免费或者直接采取租借形式,企业真正的利润产生于服务。

4 结语

在以“产品即服务”时代,为用户提供个性化的内容及体验服务是企业优化用户体验的最佳方式。用户对产品和服务的忠诚度,也更多的来自于良好的体验带来的用户粘性。中国企业要争夺更多的市场份额,关键还是要提升用户体验,优化用户体验设计。

在产业升级的轨道上,一向更懂本土消费者的中国本土企业由单纯生产产品,转舵产品服务结合模式。当大多数企业都切实关注“优化用户体验”,与用户需求同步,甚至超越、引导用户需求时,有理由相

信,中国企业将越来越精彩!

参考文献:

- [1] NORMAN D A.设计心理学[M].北京:中信出版社,2003.
- [2] NORMAN D A.情感化设计[M].北京:电子工业出版社,2005.
- [3] 胡克.智能手机交互界面创新设计[J].包装工程,2009,30(6):102-104.
- [4] 胡克.发展心理学在学前儿童交互界面设计中的应用[J].包装工程,2009,30(2):192-194.
- [5] COOPER Alan.About Face 3.0[M].Wiley,2007.(余不祥)
- [6] COOPER Alan.软件观念革命[M].北京:电子工业出版社,2005.
- [7] GARRETT Jesse James.用户体验的要素[M].北京:机械工业出版社,2007.

(上接第46页)

4 结语

采用专家评判法,并结合AHP法的原理,计算得到了躯干角、颈部弯曲角、肘高、视距4个健康坐姿平均指标的权重,计算结果显示躯干角权重值最大,对健康坐姿的影响也最大。同时,通过摄像法测量在不同的桌面高度下的各指标数据,分析结果发现,各指标下的最优桌面高度有一定的差异,在参考各指标权重的情况下,计算得到了最优化的办公桌桌面高度为770 mm。

(提示:采用数据是在校大学生,身高选用平均身高:男性173.7 cm,女性160.7 cm。身高不同时相关数据会有所不同。)

参考文献:

- [1] OCCHIPINTIS E.Sitting Posture: Analysis of Lumbar Stress with Upper Limbs Supported[J].Ergonomics, 1985, 29(29): 133.

- [2] 王靖,张金锁.综合评价中确定权重向量的几种方法比较[J].河北工业大学学报,2001(2):52-57.
- [3] 刘峰,朱宁嘉.人体工学学设计与运用[M].沈阳:辽宁美术出版社,2008.
- [4] 徐娟芳.办公人员颈椎保健牵引枕设计[D].杭州:浙江大学,2007.
- [5] 韦坚,韦贵康.颈椎曲度变化与退变关系的生物力学分析[J].广西中医药,1999,22(Z1):1-3.
- [6] 王政名,龚小龙.颈椎生理曲度的X线测量[J].中华放射学杂志,1991,25(2):9.
- [7] 侯建军,申利明.坐姿的革命——新型办公椅设计与研发[J].家具,2009(1):69-72.
- [8] 王生,李莉,姜家忠,等.不同VDT作业姿势前臂负荷的实验研究——推荐VDT作业的前臂姿势[J].职业医学,1993,20(5):276.
- [9] JASCHINSKI W, HEUER H. A Procedure to Determine the Individually Comfortable Position of Visual Displays Relative to the Eyes[J].Ergonomics, 1999, 42(4):535-549.
- [10] DILLON T W. Some Factors Affecting Reports Ofvisual Ffatigue Resulting from Use of a VDT[J]. Computers in Human Behavior, 1996, 12(1):49-59.