基于人机工程学的办公座椅舒适性设计研究

杨宛萤[1]，张福昌[2]
（1.东北林业大学，哈尔滨 150040；2.江南大学，无锡 214122）

摘要：目的 有效提升办公座椅设计的舒适性及合理性，减少不良坐姿对人体健康带来的损害。**方法** 系统分析了人们长时间办公状态下的坐姿变化，以及人体骨骼和肌肉在不同坐姿状态下的一系列变化。**结论** 以人机工程学原理和方法为依据，探讨了坐姿变化和座椅因素对人体舒适性的影响，提出了基于坐姿变化的人机工程学办公座椅设计原则，从而为办公座椅设计的结构形式和功能尺寸提供相应的科学依据，为办公座椅的人机工程学改良设计提供有效建议。

关键词：人机工程学；办公座椅；坐姿；人体尺度；舒适性
中图分类号：TB472 **文献标识码：**A **文章编号：**1001-3563(2017)12-0187-05

Comfort Design of Office Chair Based on Ergonomics

YANG Wan-ying[1], *ZHANG Fu-chang*[2]
(1.Northeast Forestry University, Harbin 150040, China; 2.Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

ABSTRACT: In order to promote the comfort and rationality of office chairs, it reduces the damage of sitting posture on human health. Changes of sitting posture and human body’s structure at work are analyzed systematically. On the basis of the principle and method of ergonomics, it explores the influences of sitting posture and office chair on the comfort of human body and puts forward design principles of ergonomic office chair, provides scientific reasons and suggestions for the improved design of office chairs’ structure and size.

KEY WORDS: ergonomic; office chair; sitting posture; human scale; comfort

随着工业化进程的推进以及办公自动化的发展，人们的工作地点发生了很大变化，大部分室外手工劳动均已转为室内工作，坐姿工作已成为目前最普遍的工作方式。研究显示，人们每天“坐”的时间已经超过了清醒时间的 55%，因“久坐”而造成的体力活动减少和身体不适已成为流行率唯一超过 50%的不健康行为[1]。办公座椅作为坐姿工作中与人体接触最为密切的家具之一，它与人体的功能结构、尺寸形态等有着密切的关系，可以将人体各部位的质量通过座椅分散并传递到地面，从而有效减少骨骼肌肉和下肢关节的工作负荷，发挥着坐姿支撑、工作辅助和健康保护的重要作用，若长时间使用与人体尺寸形态不适应的办公座椅，易造成疲劳感，降低工作效率，甚至导致颈椎、腰椎等疾病的形成。因此，办公座椅设计需从人机工程学角度出发，充分考虑坐姿状态下的人体尺寸、骨骼和肌肉关系，帮助工作人员保持舒健康舒适的坐姿，从而最大限度地减少坐姿工作带来的不健康因素。

1 办公状态下的坐姿分析

坐姿是人体较自然的一种姿势，相对于站姿，它更有利于保持身体的稳定和情绪的安定，是最常用的工作姿势。在坐姿状态下，支撑人体的主要结构包括脊柱、骨盆和腿足部，其中脊柱（见图 1）位于人体背部的中线处，由 7 块颈椎、12 块胸椎、5 块腰椎、5 块骶骨和 4 块尾骨构成，腰椎、骶骨和椎间盘承受了坐姿时上半身的大部分负荷[2]。从脊柱的侧方观察，可见其弯曲形态，颈椎部曲线前凸，胸椎曲线后凹，腰椎部位再次前凸，总体呈近 S 形

收稿日期：2017-03-30
基金项目：中央高校基本科研业务费专项资金项目资助（2572016BB06，2572016CB05）
作者简介：杨宛萤（1988—），女，黑龙江人，东北林业大学讲师，主要研究方向为人机工程学、信息与交互设计。
通讯作者：李博（1981—），女，黑龙江人，东北林业大学副教授，主要研究方向为人机工程学、产品创新设计。

自然曲线。所谓良好坐姿，其首要条件就是使脊柱接近自然形态，将压力均匀的分散到各脊椎骨之间，以避免腰椎间盘上分布过多的压力负荷而产生不适感。

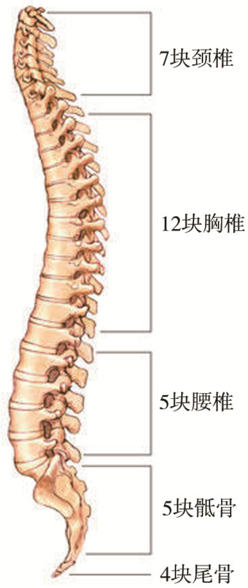

图 1　脊柱
Fig.1Spine

就办公坐姿而言，主要分为 3 种类型：前倾式坐姿、直立式坐姿和后仰式坐姿。在坐姿工作状态下，人体并非保持某一姿势不动，而是不断调整，在不同坐姿间交替变换，来帮助缓解身体疲劳，消除脊柱部位的不正常压力。为获取更直观准确的数据，笔者选取目前市场上常见普通办公座椅之一作为实验样本（见图 2），被试座椅为钢管弯曲而成的悬臂椅，椅面后倾约 15° ，椅背呈弓形后倾，与椅面形成 100° 左右夹角，椅面高度为 46 cm，深度为 45 cm，宽度为 51 cm，扶手高度为 21 cm，椅背高度为 68 cm。

针对该被试座椅，笔者借助 FAB 实时无线传感

图 2　被试座椅
Fig.2 Experimental chair

动作捕捉系统，测量、记录了 4 位工作人员在长时间工作过程中的坐姿变化情况，并对不同时段下的坐姿时长进行了统计分析，统计结果（见图 3）表明，被试者通常在开始阶段会保持短时间的直立式坐姿，随后开始伏案工作，变换为前倾式坐姿，期间为缓解腰部酸痛，被试者会交替使用直立式和后仰式两种坐姿。从时长来看，在 60 min 的记录过程中，4 位被试保持前倾式坐姿的时间最长，占到了总时长的 53.4%，其次是直立式坐姿，占总时长的 30.2%，而后仰式坐姿仅占总时长的 16.4%，是保持时间最短的坐姿。

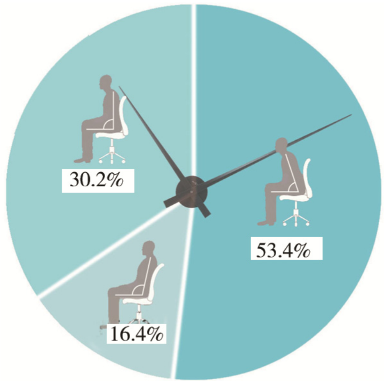

图 3　坐姿时长分布
Fig.3 Sitting time map

在不同的坐姿状态下，人体脊柱的生理曲线也会有所不同（见图 4），其中直立式坐姿被认为是最接近脊柱自然状态的合理坐姿。然而有研究者提出不同意见，认为在直立式坐姿状态下，腰椎得不到有效支撑，因而腰部肌肉需要增加活动力度，容易造成腰肌劳损；同时，脊椎呈紧绷状态，连带脊椎周围肌肉和韧带也会被拉紧，长时间会引起背部不适[3]；前倾式坐姿是坐姿工作中最普遍的一种姿势，该坐姿状态下，身体重心前移，背部肌肉拉伸，骨盆向前旋转，原本前凸的腰椎会被拉直，向后弯曲，导致椎间盘压力分布不均，易导致下背痛的发生，以及驼背的形成；后仰坐姿状态下，椅背可有效分散部分身体质量，帮助减轻脊椎负荷，同时，身体与大腿的夹角增大，脊柱形态最接近站立时的自然状态，有研究显示，后仰 115° ~135° 坐姿时，脊椎所承受拉力较小，相关肌肉群处于较放松状态，人体不易疲劳[4]。因此，就人体骨骼肌肉健康度而言，后仰式坐姿高于直立式坐姿，前倾式坐姿最不利于健康，3 种坐姿的健康度排序与保持时长呈负相关。而 4 位被试者在使用被试座椅的过程中，均以前倾式坐姿为主要工作姿势，从人机学角度而言，该座椅承担了坐具最基本的支撑功能，但对于长时间使用者而言，不具备良好的坐姿矫正功能，不利于人体健康。

综上，在长时间坐姿工作状态下，人体会不自觉的调整为“放松坐姿”，如最常见的前倾式坐姿，而

前倾式坐姿　　直立式坐姿　　后样式坐姿

图 4　办公坐姿
Fig.4 Office sitting posture

此时并非身体最适应的状态，会导致腰背部疲劳甚至疾病的发生。因此，需通过办公座椅的人机工程学设计，帮助用户保持健康、舒适的坐姿，减少坐姿工作的不健康因素。

2　座椅因素对坐姿舒适性的影响

人机工程学的主要研究目标之一即为舒适性，办公座椅设计的一大主要目标也是为了保障使用者的坐姿健康和舒适。在坐姿工作状态下，人体舒适性是一个综合了使用者主观感受和客观人机系统因素的模糊概念，座椅的功能尺寸对人体舒适度起着主要影响作用，主要包括椅面高度、宽度、深度和倾斜角度、靠背高度、宽度和曲度、扶手高度等因素。

椅面高度是影响坐姿舒适性的最主要因素之一，

表 1　办公座椅尺度参考
Tab.1 Size of office chairs

座椅因素	椅面				椅背	扶手
	高度/cm	宽度/cm	深度/cm	角度	角度	高度/cm
参考尺寸	38~45	38~48	30~40	前倾5°~后倾26°	110°~115°	20~22
坐姿舒适性	椅面高度略低于膝腘处，椅面深度不超过大腿长度，减少压迫感；				椅背与椅面成115°~135°夹角，使身体后倾；	保证手臂与键盘平行；

最佳椅面高度应以膝腘高为参考值，使大腿呈水平状，小腿垂于地面，膝腘不受压迫；椅面过高会导致腿部质量压迫与大腿底部，阻碍血液循环，进而出现腿麻、酸痛等现象，椅面过低则会使骨盆后倾，增加腰部肌肉负荷，导致下背痛；研究表明，椅面前端高度略低于膝腘，呈半径 2.5~5 cm 的弧度为最佳，可最大限度的降低膝腘处的压迫感，椅面高度以 38~45 cm 为宜[5]，应设计为可调整式，以适应多数用户的身体尺寸。椅面宽度和深度通常不具有可调节性，因此其数值的设计需适合大多数人，主要由人体臀部尺寸加适当的活动范围而定，保证臀部得到有效支撑，并具有适当的活动余地，便于调整坐姿，椅面宽度宜根据身形较大的女性臀部测量值为设计依据，以 38~48 cm 为宜；椅面深度不宜超过大腿长度，以免椅面前端压迫到膝窝处，或导致背部无法得到椅背的有效支撑而引起不良坐姿。因此，办公座椅椅面深度通常为 30~40 cm。办公座椅区别于普通座椅的主要功能点在于使工作人员获得一种更容易接近前方工作区的姿势，前倾式坐姿是办公坐姿中保持时间最长的坐姿状态，因此，办公座椅的椅面设计通常应采用水平或前倾 5°的倾斜角度[6]，以减少办公人员的背部肌肉拉伸，使臀部压力分布更均匀，而办公座椅往往兼具办公和休闲两大功用，休闲状态以后仰式坐姿为主，根据人体背部肌电测试结果，椅面后倾 23°左右时肌肉活动力最小，因此，为适应不同工作状态，椅面角度可随坐姿变化为最佳。办公室桌椅尺度参考见表 1。

靠背是体现办公座椅造型特征的一项主要因素，对坐姿舒适性也有着重要的影响作用，办公座椅靠背的主要功能是在人体保持后仰或直立式坐姿时，为背部、颈部和头部提供有效支撑，帮助脊柱保持自然放松的姿态，缓解办公人员腰背部疲劳；因此，靠背的形状和角度是影响坐姿舒适性的重要因素，必须提供正确的腰部曲度和有效支撑，帮助脊柱处于自然状态。就人体脊柱形状而言，靠背角度在 115°左右为最佳，此时最接近自然的腰部形态，有研究提出，将椅面前倾 5°，靠背后倾 15°，可有效避免背部疾病

的发生[8]。

办公座椅设计通常具有扶手部分，其功能主要在于为手臂提供依靠，以及在改变坐姿时提供辅助支撑作用，通常扶手高度不宜过高，以免造成耸肩的坐姿，导致肩颈部肌肉拉伸，造成疲劳；扶手高度过低则无法达到良好的支撑作用，会导致身体躯干倾斜于一侧或弯腰驼背等不良坐姿；办公座椅的扶手高度通常设计为高于椅面 21 cm 左右[9]，使手臂与键盘保持平行。对于可调节式座椅而言，扶手与座椅的连接方式（见图 5）也是影响其舒适性的关键因素，扶手连接于椅背时，扶手与靠背夹角不会因使用者后仰而改变，始终可提供舒适的手臂支撑；扶手连接于坐垫时，使用者后仰会导致扶手与靠背夹角改变，手臂无法很舒适的摆放。因此，一把舒适合理的办公座椅扶手设计，应与椅背相连接，可随椅背倾角变化而变化，持续为手臂提供有效支撑。

图 5　扶手与座椅连接位置
Fig.5 Connection of armrest and the seat

3　人机工程学办公座椅设计原则

日本著名人机工程学家小原二郎曾提出一把好的座椅应具备的 3 个条件：（1）合理的高度与宽度；（3）体压分布合理，感觉舒适；（3）姿势变换自由，不易疲劳[10]。办公座椅不同于普通座椅，兼具办公和休闲两大功能，在办公座椅设计中，除了对舒适性因素的考量外，还需满足使用者的日常工作需要。

基于以上研究，一把舒适合理的人机工程学办公座椅应符合以下 3 项设计原则：（1）其造型与尺度的设计均需从人体需要出发，根据人体脊柱形状和各部分身体尺寸进行设计，满足“坐”的基本功能的同时，让使用者坐的更舒适，如 Jalkanen 在 1990 年推出的 ab 椅（见图 6），其设计使坐垫前倾，腿部下垂，迫使身体挺立起来，脊柱呈自然弯曲：（2）坐姿工作状态下，姿势的变化对人体舒适度和骨骼健康具有直接影响，正确合理的坐姿可有效减少人体不适，若长时间适用不恰当坐姿会导致身体不适，甚至带来身体损害，因此，办公座椅设计除了需满足基本的坐具功能外，还应起到矫正坐姿的作用，帮助工作人员保持正确的坐姿；（3）人体在坐姿工作状态下，一方面需要维持并寻求身体的稳定，以适应工作需要，另一方面又需要经常改变坐姿，以消除身体疲劳[11]，因此，一把舒适有效的办公座椅，需要同时适应这两方面的需求，在稳定与变动之间之间寻求平衡，以取得折衷，如 Congleton 等人推出的双背椅（见图 7），具有可 360° 调节的圆柱形椅背，以适应前倾式和直立式两种坐姿状态；除此之外，由于人体尺寸存在个体差异性，在办公座椅设计无法实现私人订制的当下，其功能尺度必须满座大多数人的需求。因此，办公座椅设计需具有高度的可调节性，包括座椅尺寸、靠背角度等等。Herman Miller 公司的旗舰产品 Embody 办公椅（见图 8））可谓人机工程学办公座椅设计的集大成者，其设计灵感来自于人体的脊柱构造，靠背采用了类似脊椎的造型和量体支撑结构，可完全贴合人体脊柱的生理弯曲，自然改善使用者血液流动，消除坐姿工作的不适感，狭窄的椅背设计为手臂提供了更大的

图 6　ab 椅
Fig.6 ab chair

图 7　双背椅
Fig.7 Dual back chair

图 8　Embody 办公椅
Fig.8 Embody office chair

移动空间，有助于打开胸腔，让肺部吸收更多的空气，运输更多的氧气到大脑，其高度的可调节性为使用者提供最大化的舒适空间，使人与电脑的关系达到了自然平衡。

4　结语

为提升办公座椅设计的合理性和舒适性，对办公状态下的人体坐姿进行了综合分析，从人机工程学角度出发，探讨了座椅因素及坐姿变化对人体舒适性的影响，提出基于坐姿变化的人机工程学办公座椅设计原则及相关设计参数，为办公座椅的舒适性设计提供可行性参考。然而，座椅的功能是有限的，再合理的曲面设计、再精妙的调节装置，都无法完全消除坐姿不当带来的身体损害和不适。因此，一把设计合理的人机工程学座椅应该能够帮助使用者更容易地保持腰椎的轻微前凸，维持脊柱自然的弯曲，进而减少久坐带来的危害，同时还能提升工作效率、保障使用者身心安全和健康。随着新技术、新材料的革新，以及用户体验设计的发展，办公座椅设计应该更多的考量使用者的身体因素和心理感受，更好的配合其肢体行为和姿势变换，在保障办公座椅舒适性的同时，逐步实现办公座椅设计的人性化和智能化，从而为办公室的“久坐一族”提供更舒适、健康的工作体验。

参考文献：

[1] 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.

[2] 许继峰．基于坐姿行为的办公椅设计与创新[J]．包装工程, 2013, 34(4): 52—56.
XU Ji-feng. Office Chair Design Creation Based on Sitting Behavior [J]. Packaging Engineering, 2013, 34(8): 52—56.

[3] 陆瀚．基于模糊理论的公务机客舱座椅人机工效评价研究[J]．机械设计, 2016(1): 111—115.
LU Han. Ergonomic Evaluation of Business Airplane Cabin Seat based on Fuzzy Theory[J]. Journal of Machine Design, 2016(1): 111—115.

[4] 丁玉兰．人机工程学[M]．北京：北京理工大学出版社, 2013.
DING Yu-lan. Ergonomics [M]. Beijing: Beijing Institute of Technology Press, 2013.

[5] 宋海燕．坐高变化对人体坐姿体压分布的影响[J]．天津科技大学学报, 2012(6): 57—60.
SONG Hai-yan. Influence of Sitting Height on Human Body Pressure Distribution[J]. Journal of Tianjin University of Science & Technology, 2012(6): 57—60.

[6] 杨元．人体尺寸百分位在椅类家具设计中的应用[J]．家具, 2013(4): 55—58.
YANG Yuan. Application of Human Dimensions Percentile in Chair Design[J]. Furniture, 2013(4): 55—58.

[7] 陈杰．汽车座椅的人机工程学分析[J]．包装工程, 2015, 36(22): 145—148.
CHEN Jie. Ergonomics Analysis of Automobile Seat[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(22): 145 —148.

[8] 陆建雄．坐姿理论与座椅设计原则及其应用[J]．江南大学学报, 2005(6): 620—625.
LU Jiang-Xiong. The Ergonomics Research of Sitting Posture Theory and Chair Designing Principles[J]. Journal of Southern Yangtze University, 2005(6): 620—625.

[9] 俞肖红．室内与家具设计人体工程学[M]．北京：中国轻工业出版社, 2011.
YU Xiao-hong. Interior and Furniture Design Ergonomics[M]. Beijing: China Light Industry Press, 2011.

[10] 王丽军．基于笔记本电脑使用的不舒适因素分析[J]．家具与室内装饰, 2013(1): 52—54.
WANG Li-jun. Analysis of Discomfort Factors for Using Notebook Computer[J]. Furniture & Interior Design, 2013(1): 52—54

[11] 刘志平．动态界面座椅改善坐不舒适性的工效学研究[D]．杭州：浙江大学, 2011.
LIU Zhi-ping. Ergonomic Studies of Reducing Sitting Discomfort by Dynamic Interface Chair[D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2011.