

# 基于学生生理尺寸对座椅舒适性的研究

何建东, 朱红青

(中国矿业大学(北京)资源与安全工程学院, 北京 100083)

**摘要:** 为适应生活向舒适化方向发展的趋势, 本研究基于坐姿下静态舒适性的生理学机理, 对学生坐姿和体压分布进行了较深入的分析。总结出舒适坐姿对座椅设计的两个要求: 一要保持脊柱正常的生理弯曲; 二要保证全身肌肉放松和血液正常循环。提出了舒适座椅的设计需保持人体在直立状态时其脊椎的 S 形曲线。根据人机工程学原理, 这样可以在最大程度上减少脊柱负重, 不易疲劳。最后结合大学生生理实验数据, 分析了学生座椅的结构形式, 及适合人体特征舒适性的座椅结构几何参数, 得出了学生座椅设计参数与人体身高的关系。对设计者在设计学生座椅时参数的确定具有一定的指导意义。

**关键词:** 安全技术及工程; 人体生理; 学生座椅; 设计参数; 舒适性

**中图分类号:** X9      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1674-2850(2008)06-0399-6

## Research on comfortable chair based on students' physiological measure

HE Jiandong, ZHU Hongqing

(School of Resources & Safety Engineering, China University of  
Mining & Technology (Beijing), Beijing 100083)

**Abstract:** For adapting to the trend of the comfortable development, this paper analyses the structure of chair and geometry parameter of students' comfortable character based on static seat pose of physiology theory. The press distribution to the student sitting posture and the body to carry on the thorough were analyzed. It summarizes two requests of the chair design of the comfortable sitting posture: The spinal column normal physiology should be curving; the other is that the whole body muscles relax and the blood normally cycles. Then proposed that the comfortable chair's design must maintain the human body when stands erect the condition his/her vertebra's S shape curve. According to the security man-machine principle, that may reduce the spinal column in the greatest degree like this to carry a heavy load, not easy weary. Finally using university students physiology empirical datum, it excogitates the relation between stature and geometry parameter of tablet chair. It provides the geometry parameter of tablet chair structure for stylists.

**Key words:** safety technology & engineering; physiology; students' chair; parameter; comfortable

## 0 引言

自工业设计产生起, 座椅就一直是设计师们热衷的题目。其间, 各种设计风格、流派的座椅不计其数。但真正按照人机工程学原理所做的优秀设计并不多。座椅的形式感似乎超越了其最基本的功能——舒适性。座椅设计是否符合人机工程学原理, 不仅仅是使用方便性的问题, 它与使用者的身体健康息息相关。据资料表明, 在工业化国家, 三分之二的工作是坐姿状态。随着工业化程度的提高和社会竞争的加剧, 人们保持坐姿的时间也日益延长。长时间的静坐会引发多种生理问题: 如下肢静脉压力增加, 下肢肿胀等, 特别是坐姿引起的腰部问题, 也越来越明显地摆在设计师面前。据德国 1996 年

**作者简介:** 何建东 (1985—), 男, 本科生, 主要研究方向: 防灾减灾及防护工程、安全人机工程、电气安全、安防系统工程  
**通信联系人:** 朱红青, 教授, 主要研究方向: 矿井通风与安全、安全工程、防灾减灾工程、工业通风、消防工程。  
E-mail: zhq@cumtb.edu.cn

的统计数据显示<sup>[1]</sup>，85%的腰痛患者是由于长时间静坐引起的。

目前，除了向人们提倡每隔一段时间起立活动的健康工作方式外，座椅的人性化设计也越来越多地被关注。设计师们从人机工程学的角度出发，凭借新材料、新工艺和新技术，使座椅的功能性与外在形态以不同的方式结合，人性化座椅不断被赋予新的含义。

根据人机工程学原理对座椅静态舒适性的参数确定，给设计师们带来了很大的便利和参考价值。它通过确定椅面高度、靠背与座面的夹角及扶手的高度等，使不同的人都能获得对腰部的支撑，尽可能保持脊椎的自然弯曲，从而减轻对背部肌肉和腰椎的压力。

## 1 学生坐姿舒适性的生理学效应

### 1.1 坐姿分析

在坐姿状态下，支持人体的主要结构是脊柱、骨盆、腿和脚等<sup>[2]</sup>。腰椎、髌骨和椎间盘及软组织承受坐姿时上身的大部分负荷，还要实现弯腰扭转等动作。对座椅设计而言，这两部分最为重要。正常的姿势下，脊柱的腰椎部分前凸，而至髌骨时则后凹。在良好的坐姿状态下，压力适当地分布于各椎间盘上，肌肉组织上承受均匀的静负荷。人体的坐姿本身就是一对矛盾。当直腰坐时，身体保持甲型，椎间盘内压力小，但是肌肉负荷大；当弯腰坐时，可以解除背部肌肉的负荷，使整个身体感觉舒服，有利于身体平衡，但增加了椎间盘的内压力，易形成佝偻，如图1所示。

### 1.2 体压分布

根据人体组织的解剖特性可知，坐骨结节处是人体最能耐受压力的部位，适合于承重，而大腿下靠近表面处因有下肢动脉的分布，故不宜承受重压。因此，臀部的合理压力分布应为人一半以上的重量由骨盆下的坐骨结节承受，由此向外，压力为最小。因此，座椅不仅应有合适的高度，而且座椅面应紧密平坦，以保证臀部压力的合理分布。研究表明<sup>[4]</sup>，过于松软的椅面，使臀部与大腿的肌肉受压面积增大，不仅增加了躯干的不稳定性，而且不易改变坐姿，容易产生疲劳。

当人坐着的时候，覆盖着坐骨结节的皮肤能够更好地经受住持久的压力。因此，座面上的臀部压力分布应该是坐骨结节处最大，由此向外逐渐减少，直至与座面边缘接触的大腿下部压力最小。座椅靠背上的压力分布，应当是肩脚骨和腰椎骨两个部位最高，这就是靠背设计中的两点支撑准则。没有腰靠将只靠肌肉来维持腰曲弧形，势必引起腰部肌肉疲劳和损伤。当人长时间保持一个坐姿不动而出现肌肉紧张时，稍稍转动身体位置可以促进生物电的活动，使肌肉放松而重新获得休息。不同坐姿体压分布如图2所示。

## 2 舒适坐姿对座椅设计的要求

### 2.1 保持脊柱正常的生理弯曲

舒适的坐姿生理特征<sup>[6]</sup>，应该保证腰曲弧形处于自然状态，腹背肌肉处于松弛状态，从上体通向大腿的血管不受压迫，保持血液正常循环。因此，最舒适的坐姿，是臀部稍离靠背向前移，使上体略向后倾斜，保持体腿夹角在 $90^{\circ}\sim 150^{\circ}$ 之间，小腿向前伸，大腿与小腿，小腿与地面之间也有合适的夹角，如图3所示。

座椅的设计应尽可能使乘客脊柱处于生理体位，保持正常的生理弯曲度。各部分肌肉处于放松状

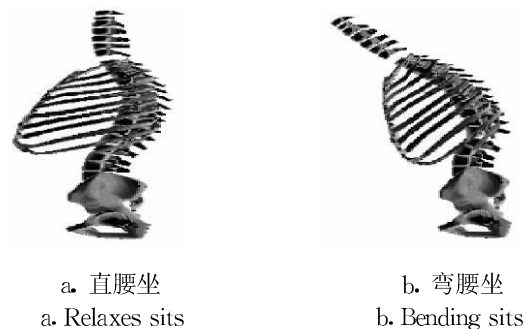


图1 不同坐姿时脊柱状态<sup>[3]</sup>  
Fig.1 Spinal column condition  
of the different sitting posture<sup>[3]</sup>

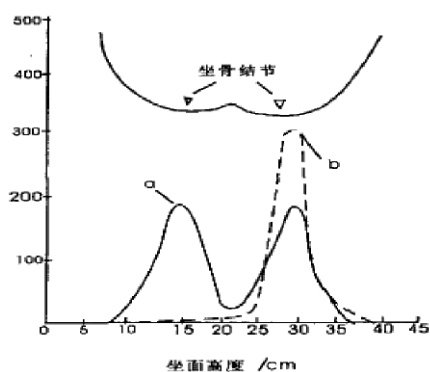


图2 不同坐姿时的体压分布<sup>[5]</sup>

Fig.2 The different sitting posture's body pressure distributes<sup>[5]</sup>

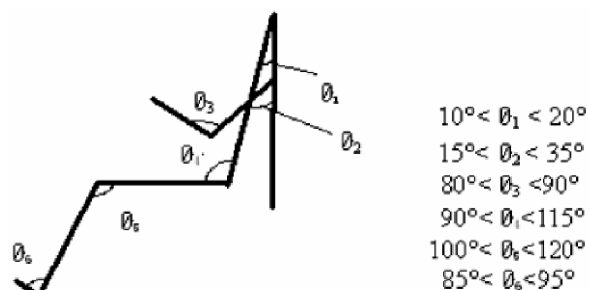


图3 舒适坐姿的关节角度<sup>[7]</sup>

Fig.3 Joint angle of comfortable sitting posture<sup>[7]</sup>

态，身体屈伸部位的角度以及受压部位要有利于人体保持正常的血液循环。

保持脊柱正常生理弯曲是减轻疲劳的主要因素。人应靠在座椅靠背上，使身体后倾，与水平成 $150^\circ$ ，若是靠背角度能调节，其调节范围在 $95^\circ\sim 135^\circ$ 为宜<sup>[3]</sup>。为了达到人体舒适坐姿，人体的背部和腰部应给予合理的支撑。为了保证乘客的舒适，还应在座椅靠背的合适位置配备头枕。一方面能维持正常的颈曲形状，另一方面能防止头部由于猛烈后仰（如列车突然加速、起动等）所造成的颈椎伤害。

## 2.2 合理的体压分布以保证全身肌肉放松及血液正常循环

舒适坐姿压力在臀部的分布，体重应落在较大的承受面上，但不是平均分布。坐骨结节处应压力最大，从坐骨结节向外，压力逐渐减小，直到与座面前缘接触的大腿下面，压力为最小。为使压力集中于大腿后部的坐骨结节周围，应略提高座垫与水平方向的夹角，约 $5^\circ\sim 10^\circ$ 为宜。另外，为了使腹部与大腿之间的血管不受压迫且血流畅通，躯干与大腿之间应保持钝角，大约 $105^\circ\sim 115^\circ$ 为舒适。这一生理要求需要座椅靠背略向后倾。但若靠背角过大，也会使乘客起坐不便，向窗外视物倾斜，并使颈部有向前弯曲上抬的趋势，不仅造成颈部疲劳以及心理上的不适感和疲劳感，而且还会影响车内有效面积的合理使用。座面不能过高，应比小腿长度短，这样双腿能踩到地面以支持大腿的部分重量。此外，坐位时大腿略倾斜并向下，小腿略向前的位置也使静脉血易于回流，可减少疲劳的产生。座椅扶手也能起到促进上肢静脉血回流的作用，其高度要配合适当，应不使人体的肌肉勉强适应扶手高低而产生屈曲或伸张的感觉。因此，舒适座椅设计的主要原则如下：

- 1) 人体躯干的重量应该由坐骨、臀部及脊椎按适当比例分别承担，其主要部分应该由坐骨结节承担；
- 2) 人体上身应该保持稳定；
- 3) 人体腰椎下部（第4~5腰椎之间）应该有适当的腰部支撑；
- 4) 座面的高度应该确保大腿的肌肉和血管不受压迫；
- 5) 就座者应该能够方便自如地改变姿势；
- 6) 座椅的位置和尺寸应该与工作台、显示装置、操纵装置相配合并具有方便性。

## 3 舒适座椅的设计思路

座椅的设计首先要满足人们的舒适度要求，充分利用人机工程学原理，使旅客在乘坐时不能有生理性压迫，尽量保持人体在直立状态时其脊椎的S形曲线，因为这种状态下脊椎的负重很小，旅客不易疲劳。如图4a所示，一种舒适的座椅应使旅客腿部轻微支撑，坐骨关节部全面支撑，腰部全面支

撑,背中部轻微支撑。如果座椅的设计不合理,如图4b所示,背部太硬、腰部太弱、腿部太硬、臀部过度下沉,都会约束人体动作,从生理上给旅客造成压力。

一般情况下,在考虑座椅的各部分尺寸、座垫面和靠背面曲线造型、扶手造型、脚踏装置及茶桌等时都要满足以下要求:

- 1) 人体在不同坐姿下应有一定的活动范围;
- 2) 内包垫材软硬合适,能全面支撑身体,体压分布合理;
- 3) 侧部设支撑扶手,其高度、造型应满足坐立、躺位时对手臂不产生压力。

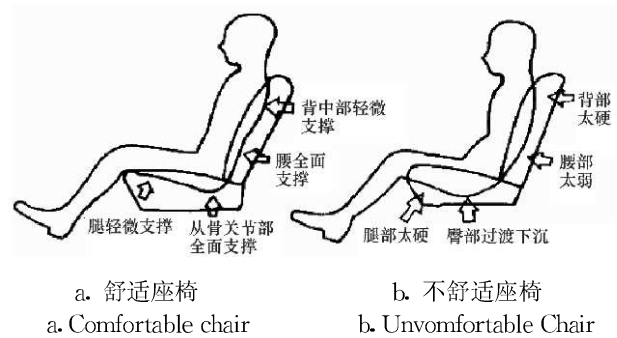


图4 座椅示意图<sup>[8]</sup>  
Fig.4 Chair schematic drawing<sup>[8]</sup>

## 4 座椅设计的几何参数

### 4.1 静坐时人体尺寸与身高的关系

为满足以上要求,结构设计的关键是如何确定座椅各部位的参数。座椅的主要几何参数有:座高,座面深,座面宽,座靠背,扶手等。

根据对2004级安全工程班同学的人体生理参数的测定数据进行研究处理,得到的结果如表1、表2所示。

表1 安全工程班同学的人体生理相关参数的测定数据平均值  
Tab.1 Safety engineering Schoolmates human body physiology related parameter determination data mean

名称	平均值/cm	名称	平均值/cm
身高	171.7	小腿加足高	48.0
坐高	94.3	坐深	45.7
坐姿颈椎点高	69.5	臀膝距	50.4
坐姿肘高	45.9	坐姿下肢长	98.6
坐姿大腿厚	14.7	小腿长	40.4
坐姿膝盖高	50.8	坐姿眼高	83.0
坐姿肩高	63.3	肩宽	42.3
坐姿眼高	83.0		

表2 静坐时人体尺寸与身高的关系表  
Tab.2 Human the relations of body size and height when sitting in meditation

名称	计算式	名称	计算式
坐高	0.549H	小腿加足高	0.280H
坐姿膝盖高	0.296H	坐深	0.266H
坐姿颈椎点高	0.405H	臀膝距	0.294H
坐姿肘高	0.267H	坐姿下肢长	0.574H
大腿厚	0.086H	坐姿眼高	0.483H
坐姿肩高	0.369H	小腿长	0.235H
坐姿眼高	0.483H	肩宽	0.246H

注: H为身高

### 4.2 基于坐姿人体尺寸的座椅设计

座椅一般由坐垫、背靠或腰靠、支架等主要组件构成,也可以有扶手、头靠、调节装置、脚滑轮等构件。

座椅设计的主要参数包括:A—座高;B—座宽;C—座深;D—腰靠长;E—腰靠宽;F—头靠长;G—头靠宽;Y—扶手高。

需要参考的人体尺寸有:a—膝盖高度;b—肘部高度;c—大腿厚度;d—臀部宽度;e—臀部至膝盖长度;f—上身高;g—坐姿的肩中部宽度;h—头到椅面的高度;i—头长;j—头宽; $\alpha$ —坐面倾角; $\rho$ —腰靠倾角。

座椅的主要参数与人体尺寸之间关系比较复杂,既包括一对一的关联关系,也包括一对多和多对一的关联,其具体关联如表3所示。同时,一些座椅参数如椅面厚、腰靠厚等与人体没有具体的关联,在设计时更多参考的是经验值。座椅各个组件的厚度要在设计时根据座椅材料而定,在此使用统一的

数值。

### 4.3 座面与靠背夹角

座面与靠背夹角是保证得到舒适姿势的必要条件。座面与靠背的夹角多为 115°。左右调节靠背一般在 95°~135°。这样，靠背和座面与人体背部、臀部、大腿形成的曲线相吻合使人感到舒适<sup>[9]</sup>。

### 4.4 座椅设计几何参数推荐值

以上对人的坐姿进行全面系统的人机分析，考虑到产品是否符合学生人体尺度，符合学生人体机能，形体是否符合学生大众的心理需求，座椅的设计是否符合学生的认知模式等因素。根据以上分析并结合实际参数，给出学生座椅设计几何参数推荐值，如表 4 所示。

表 3 座椅参数与人体尺寸关系列表<sup>[2]</sup>

Tab.3 The relations of chair parameters and the human body size<sup>[2]</sup>

座椅参数	参数表达式
座高 (A)	$A=a-c+\Delta L$
座宽 (B)	$B=d+\Delta L$
座深 (C)	$C=e+\Delta L$
腰靠长 (D)	$D=f+\Delta L$
腰靠宽 (E)	$E=g+\Delta L$
头靠长 (F)	$F=h-(1/2)i+\Delta L$
头靠宽 (G)	$G=j+\Delta L$
扶手高 (Y)	$Y=b+\Delta L$

注： $\Delta L$  为修正值

表 4 学生座椅设计参数

Tab.4 Design variable of student chair

参数名称	参数值
座高	40 cm
座宽	50 cm
座深	45 cm
靠背高	75 cm
靠背宽	50 cm
扶手高	16 cm
座靠背夹角	115°
座垫倾角	7°

## 5 结论

本文通过剖析人体坐姿的生理学机理，分析了学生座椅的舒适性设计原理，研究了如何使人体保持脊柱正常的生理弯曲及合理的体压分布，从而保持全身肌肉放松及血液正常循环。本文结合学生人体实际生理参数得出学生座椅设计参数与人体身高的关系，为设计舒适的学生座椅提供了依据。

### [参考文献] (References)

- [1] MCCORMI E J, SANDERS M S. Human factors in engineering and design[J]. McGraw-Hill Book Company, 2004, 52(8): 86~87.
- [2] ZELNIK. 人体尺寸与室内空间[M]. 龚锦. 天津: 天津科学技术出版社, 1998.  
ZELNIK. Human body size and indoor spatial[M]. GONG J. Tianjin: Tianjin Science and Technology Publishing House, 1998. (in Chinese)
- [3] 丁玉兰. 人机工程学[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 1997.  
DING Y L. Man-machine engineering[M]. Beijing: Beijing Institute of Technology Publishing House, 1997. (in Chinese)
- [4] 王琦. 概念座椅的设计与研究[D]. 沈阳: 东北大学, 2006.  
WANG Q. The concept chair's design and studies[D]. Shenyang: Northeastern University, 2006. (in Chinese)
- [5] 刘新丽. 基于尺寸驱动的人机工程设计技术研究[D]. 西安: 西北工业大学, 2003.  
LIU X L. Based on size actuation man-machine engineering design technology research[D]. Xi-an: Northwestern Polytechnical University, 2003. (in Chinese)
- [6] 胡永善. 腰痛的生物力学特点及康复[J]. 颈椎痛杂志, 2004, 25 (2): 26~28.  
HU Y S. Lumbago biological mechanics characteristic and recovery[J]. Cervical Vertebra Painful Magazine, 2004, 25(2): 26~28. (in Chinese)
- [7] 周一鸣, 毛恩荣. 车辆人机工程学[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 1999.

- ZHOU Y M, MAO E R. Vehicles man-machine engineering[M]. Beijing: Beijing Institute of Technology Publishing House, 1999. (in Chinese)
- [8] WESLEY E, WOODSON. Human factors design handbook[M]. New York: Lawrence Erlbaum Associates, 1980.
- [9] 郑立云. 机车司机室人机界面优化[D]. 北京: 北方交通大学, 1999.
- ZHENG L Y. The locomotive cab man-machine contact surface optimizes[D]. Beijing: North Jiaotong University, 1999. (in Chinese)