

汽车驾驶座椅的人机工程学设计

许英¹, 朱序璋^{1,2}, 杨宏刚¹, 郭琳¹

(1.西安建筑科技大学 安全工程研究所, 陕西 西安 710055; 2.西安建筑科技大学机电学院, 陕西 西安 710055)

摘要: 运用人机工程学原理, 针对汽车驾驶座椅, 从驾驶员生理特性与作业环境两个方面分析了影响驾驶舒适性及安全性的原因, 在此基础上从坐姿舒适性, 振动舒适性, 操作舒适性, 安全性等四个方面论述了汽车驾驶座椅人机工程学设计, 完成了对汽车驾驶座椅从分析—设计的系列开发过程。

关键词: 汽车驾驶座椅; 人机工程学; 设计

中图分类号: TB47 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-6673 (2007) 01-028-03

0 引言

汽车中的座椅是影响驾驶与乘坐舒适程度的重要设施, 而驾驶员的座椅就更为重要。舒适而操作方便的驾驶座椅, 可以减少驾驶员疲劳程度, 降低故障的发生率^[1]。汽车驾驶员座椅设计优劣与否直接关系到驾驶质量。汽车驾驶座椅人机工程学设计目的, 就是使设计出来的座椅能够满足人机工程学标准, 这样一来, 所谓汽车驾驶座椅人机工程学设计也就转化为针对驾驶员舒适性的设计^[2], 当然对于座椅设计来讲, 对其安全性的设计也是不容忽视的。从人机工程学原理出发考虑, 一个性能优良的驾驶座椅应当符合的基本要求如下^[3]: 为驾驶员提供一个舒适而稳定的坐姿, 符合人体舒适坐姿的生理特性; 减轻传给驾驶员身体的机械振动和冲击负荷, 满足振动舒适性评价标准的要求; 将驾驶员置于良好视野的位置, 保证他能安全而有效地完成各项操纵作业; 为驾驶员提供一个相对于各种操纵机构的合适位置, 使他能够方便地进行操作; 考虑提高驾驶员的人身安全性, 当发生翻车或撞车事故时, 将驾驶员约束在驾驶座椅上且处于一定的容身空间以内。

1 汽车驾驶座椅人机工程学分析

1.1 人体坐姿生理特性分析

(1) 坐姿时脊柱的形态。人坐着时, 身体主要由脊柱、骨盆、腿和脚支撑。脊柱位于人体的背部中央, 是构成人体的中轴。人处于不同的坐姿时, 脊柱形态不

同, 只有座椅的结构和尺寸设计使驾驶员的脊柱形态接近于正常自然状态, 才会减少腰椎的负荷以及腰背部肌肉的负荷, 防止驾驶疲劳发生。

(2) 坐姿体压分布。当座椅上的人处于坐姿状态时, 人的身体重量作用于座垫和靠背上的压力分布称作坐姿的体压分布。可见, 坐姿体压分布包括座垫上的体压分布和靠背上的体压分布两部分。

(3) 座垫上的体压分布。根据人体组织的解剖学特性可知, 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主动脉分布, 故不宜承受重压。据此座垫上的压力应按照臀部不同部位承受不同压力的原则来分布, 即在坐骨处压力最大, 向四周逐渐减少, 自大腿部位时压力降至最低值, 这是座垫设计的压力分布不均匀原则。图1为坐姿时座垫上的体压分布^[4]。

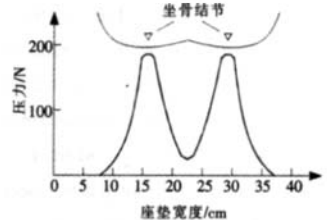


图1 坐姿时座垫上的体压分布
Fig.1 Sitting position on the cushion of pressure distribution

(4) 靠背上的体压分布。靠背上的体压分布也以不均匀分布, 压力相对集中在肩胛骨和腰椎两个部位。从这两个部位向外, 压力应逐步降低。

1.2 环境分析

把驾驶员—座椅组成的系统看作一个典型人机系统, 该系统所处的环境对系统中的驾驶员的影响主要体现在振动及温湿度上, 具体分析如下:

(1) 振动。驾驶员坐在行使中的汽车上所承受的振动属于全身振动的范畴。有关研究表明, 人体最敏感的频率范围为纵向振动4~8Hz, 横向振动1~2Hz。当外界

收稿日期: 2007-12-05

作者简介: 许英 (1980-), 女, 硕士研究生。主要研究方向: 人机系统安全分析与设计。

振动接近器官的共振频率时，即产生共振，振幅迅速增大，此时引起器官的生理反应最大。

振动对驾驶员操作的影响主要表现为视觉作业效率的下降和操作动作准确性变差^[9]。当达到一定限度时，皮质细胞的工作强度将减弱，人就会感到疲劳，工作效率明显下降。

(2) 温湿度。人置身于高湿度、高温度的条件下，往往会感到浑身不适、四肢乏力，工作不能持久。研究表明^[9]，驾驶员在驾驶状态下的舒适温度为 18℃~23℃，舒适湿度为 40%~60%，代谢量为 1.0~2.0 met，高于或低于这个范围都会增加驾驶员的疲劳程度。驾驶座椅对驾驶员人体热环境的主要影响因素有：座椅表面的温度和湿度。座椅表面的温湿度特性将影响人体背部、臀部、下体等部位的散热性能及皮肤的呼吸功能，当其温湿度特性与人体生理机能不适应时将引起人体局部不快感，从而加速人体疲劳的形成。

2 汽车驾驶座椅人机工程学设计

汽车驾驶座椅的人机工程学分析，安全舒适的汽车驾驶座椅的设计必须满足以下要求：一是坐姿舒适性（静态舒适性）；二是振动舒适性（动态舒适性）；三是操作舒适性；四是安全性（包括主动安全性及被动安全性两个方面）。

上述要求具体到驾驶座椅的设计中满足驾驶员坐姿舒适性的座椅尺寸结构设计、满足驾驶员振动舒适性的座椅抗振减振设计、满足操作舒适性的座椅空间位置设计以及满足驾驶员的安全性的汽车驾驶座椅主动安全性及被动安全性的设计。

2.1 座椅尺寸结构设计

驾驶座椅尺寸结构设计的研究把注意力集中在人体生理结构特点对驾驶舒适程度的影响上，寻求最佳的座椅结构型式、尺寸、轮廓形状及材料选择。

(1) 座椅尺寸设计^[4-9]。座椅尺寸设计主要参数包括：椅面高度、宽度、深度、椅面倾角；靠背的高度、宽度和倾角。座椅尺寸设计涉及主要参数如图 2 所示。

椅面高度 A：椅面高度定义为椅面前缘至驾驶员踵点的垂直距离。在设计时主要考虑到两点：椅面过高会使大腿肌肉受压，椅面过低就会增加背部肌肉负荷。驾驶座椅的椅面高度应低些。

A. 椅面高度 B. 椅面宽度 C. 椅面深度
D. 靠背高度 α . 靠背倾角 β . 椅面倾角

图 2 座椅尺寸设计主要参数
Fig.2 Seat size of main design parameters

椅面宽度 B：在空间允许的条件下，以宽为好。但对于汽

车驾驶座椅来讲，驾驶员坐姿单一，不涉及变换姿势，通常设计应以满足最宽人体需要为准。

椅面深度 C：指椅面前缘至靠背前面水平距离。其尺寸应满足：腰部得到靠背的支承；椅面前缘与小腿之间留有适当距离，以保证大腿肌肉不受挤压，腿弯部分不受阻碍。

靠背高度 D 及宽度：靠背的高度和宽度与坐姿肩高和肩宽有关，对于汽车驾驶座椅靠背的高度应采取高靠背，最好加靠枕。

靠背倾角 α ：靠背倾角是指靠背与椅面水平方向的夹角。

椅面倾角 β ：指椅面与水平之间的夹角。主要考虑到为了防止人体臀部向前滑动而是椅面前缘向后倾。此角不易过大，否则会增加大腿下平面与座垫前缘的压力，从而减少双脚着地的负荷，阻碍血液循环，引起身心疲劳。

通过以上座椅尺寸参数的确定，以保证驾驶员人体脊柱曲线更接近于正常生理脊柱曲线。舒适坐姿的各关节的角度应该满足图 3 中所示的要求角度^[7]。

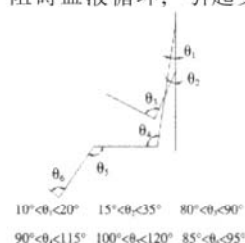


图 3 舒适坐姿的关节角度
Fig.3 Comfortable sitting position of the joint angle

(2) 座椅结构设计。为了保证座垫上合理的体压分布，座垫应坚实平坦。太软的椅子容易令使用者曲起身子，全身肌肉和骨骼受力不均，从而导致腰酸背痛的现象的产生。研究表明^[4]：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。

依据靠背上体压分布不均匀原则，在座椅靠背设计时应保证有靠背两点支承即就是人体背部和腰部的合理支承。汽车座椅设计时应提供形状和位置适宜的两点支承，第一支承部位位于人体第 5~6 胸椎之间的高度上，作为肩靠；第二支承设置在腰曲部位，作为腰靠。肩靠能减轻颈曲变形，腰靠能保证乘坐姿势下的近似于正常的腰弧曲线。

(3) 座椅材料选择。座椅材料的选择主要考虑到以下两个方面：振动舒适性以及座椅对人体热环境的主要影响。座椅材料是座椅的主要减振元件，要想使座椅获得较低的振动传递率，使座椅有较高的振动舒适性，必须采用合适的座垫和靠背减振材料^[8]。根据驾驶室的微气候环境，调整座椅表面的温湿度特性，可以适当调节人体代谢，达到减轻疲劳的目的。

2.2 座椅振动舒适性设计

座椅材料是座椅的主要减振元件，那么在座椅振动

舒适性设计时首先要考虑的就是从座椅材料的选择上下功夫来保证座椅振动舒适性。

座椅的结构形状也不同程度的影响其振动舒适性。由于椎间盘有较大的压缩潜力和很好的弹性，所以脊柱具有忍受较强的纵向振动的能力。在横向上，脊柱只有前纵韧带分别附在腰间盘的前缘和后缘并起一定的作用。因此，人体脊柱忍受横向力的能力很低。在设计座椅时必须使其具有抵抗横向振动的能力。座椅靠背后倾斜使腰部背部得到依靠，加之靠背衬垫的适度柔软性，致使摩擦力增大，可缓冲横向振动对人体的冲击，同时靠背两侧稍隆起、椅面的形状（如图2）两边向上隆起，也能减轻人体的横向移动趋势，使人感觉乘坐舒适。

2.3 座椅空间位置设计

座椅空间位置设计就是为了达到操作舒适性的目标，而进行驾驶座椅空间位置设计以确保驾驶员有良好的视野，同时对汽车转向盘、脚踏板等操作部件有恰当的操作要求距离，以达到操作舒适性的最终目的。

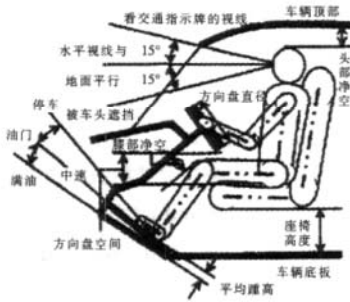


图4 驾驶作业空间设计的主要指标
Fig.4 The main indicators of driving operating room design

图4列出了驾驶作业空间设计的主要指标^[4]。

2.4 座椅安全性设计

(1) 主动安全性。主动安全性是指汽车驾驶座椅防止事故的能力。汽车驾驶座椅的主动安全性设计主要从减轻驾驶员的疲劳入手进行分析

设计，以满足主动安全性要求。主动安全性主要考虑合理的座椅尺寸设计、座垫上合理的体压分布、靠背上合理的体压分布等为驾驶员提供一个舒适的作业环境，减轻驾驶员的疲劳，从而保证驾驶座椅主动安全性的设计要求。

(2) 被动安全性。被动安全性是指事故发生时，保护乘员的能力。驾驶座椅作为安全部件，是汽车被动安全性设计的主要考虑部件之一。考虑提高驾驶员的人身

安全性，汽车驾驶座椅被动安全性设计目标为：①在事故中要保证驾驶员处在自身的生存空间之内，并防止其他车载体进入到这个空间；②要保持驾驶员在事故发生时，保持一定的姿态，以使其他的约束系统能充分发挥其保护效能；③在事故中，使得事故后果对驾驶员的伤害降低到最小限度。

(3) 安全措施。目前采取的主要安全措施：提高座椅骨架强度，达到汽车驾驶座椅强度的要求值；设置座椅安全带，使在紧急制动或正面撞车时不致将驾驶员碰伤；达到一定的阻燃要求，坐垫和靠背材料应达到汽车内饰材料燃烧特性技术要求的规定。

3 结束语

从人机工程学的角度出发，进行汽车驾驶座椅的设计，使驾驶座椅具有良好坐姿舒适性、振动舒适性、操作舒适性和安全性的必要手段。

目前，虽然已有企业在利用人机工程学的研究成果来设计驾驶员座椅了，但对设计出来的驾驶座椅还不够完善，因此建立一个从分析—设计的系列开发过程有着非常重要的现实意义。

参考文献：

- [1] 谢庆森, 王秉权. 安全人机工程学[M]. 天津: 天津大学出版社, 1999.
- [2] Mike Kolich. Automobile seat comfort: occupant preferences vs. anthropometric accommodation[J]. Applied Ergonomics, 2003.
- [3] 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.
- [4] 朱序璋. 人机工程学[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 1999.
- [5] 袁修干, 等. 人机工程[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2002.
- [6] Reed, M.P., Schneider, L.W., Ricci, L.L. Survey of Auto Seat Design Recommendations for Improved Comfort[J]. Report No.UMTRI-94-6.University of Michigan Transportation Research Institute, Ann Arbor, MI, USA. 1994.
- [7] 周美玉. 工业设计应用人类工程学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2001.
- [8] 晓青. 人性化的汽车座椅[J]. 汽车与配件, 2005, 33.
- [9] Tilly AR.朱涛(译). 人体工程学图解—设计中的人体因素[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1998.

Ergonomics Design of Automobile Seats for Drivers

XU Ying¹, ZHU Xu-Zhang^{1,2}, YANG Hong-Gang¹, GUO Lin¹

(1.Department of Safety Engineering, Xi'an University of Architecture & Technology, Xi'an Shaanxi 710055, China;

(2.Mechanical & Electrical College, Xi'an University of Architecture & Technology, Xi'an Shaanxi 710055, China)

Abstract: Based on the theory of ergonomics, the cause of influencing the comfort and safety of driving was analyzed with a view to physiological characteristics of the drivers and working environment. The ergonomics design of automobile seats for drivers was dissertated in four aspects including sitting posture, vibration, operation and safety. In the end, the index factor system of assessment of driver seat was established. A sequence of development of automobile seat for driver from analysis, design to assessment was completed.

Key words: automobile seats for drivers; ergonomics; design