

高速列车座椅的创新设计

陈颢伟, 丁涛*, 张士强, 刘泉江, 袁子豪

苏州城市学院, 江苏 苏州 215000

DOI:10.61369/ETQM.2025070028

摘 要 : 本文聚焦于改善高速列车座椅的舒适性, 运用人机工程学原理, 提出了一种针对高铁商务座椅的优化方案, 致力于实现人机交互的优化。运用人机工程学原理对高铁商务座椅进行优化设计, 可显著提高乘客乘坐体验, 不仅显著增强了乘坐体验的舒适性, 还提升了本设计中的座椅的在视觉上的美观性, 本设计优化了高铁商务座椅体验, 并且这也为高铁座椅的优化设计提供了构思。本文还介绍了一种新型高速列车座椅的设计方案, 其主要由座垫、靠背和附属设施三部分组成。本设计集成了多种功能, 提高了该列车座椅的舒适性, 并且能够充分的利用空间。该列车座椅的设计目的在于提供一种更佳舒适的列车座椅, 更加适用于现在的列车使用。

关 键 词 : 高速列车座椅; 舒适性; 可调节; 可折叠

Design of Comfortable Seat in High-speed Train

Chen Haowei, Ding Tao*, Zhang Shiqiang, Liu Quanjian, Yuan Zihao

Suzhou City University, Suzhou, Jiangsu 215000

Abstract : This paper takes improving the comfort of high-speed train seats as the starting point., based on explore a more harmonious interaction between humans and machines. The results show that the improvement of high-speed rail business seats through ergonomic design methods can improve the comfort and appearance at the same time, and provide a reference for the design of high-speed rail business seats. This paper also introduces the design scheme of a new type of high-speed train seat, which is mainly composed of three parts: seat cushion, backrest and auxiliary facilities. The design integrates a variety of functions to improve the comfort of the train seats and make the best use of space. The train seat is designed to provide a more comfortable train seat that is more suitable for today's trains.

Keywords : seat in high-speed train; comfortability; adjustable; foldable

绪论

随着时代发展, 乘坐高铁出行已经成为中国国民的交通首选^[1]。当前, 高铁作为国家大力发展的关键基础设施, 已成为推动国民经济腾飞的关键力量, 对保障国家经济与社会的平稳前行发挥着极为重要的作用^[2]。我国的高速列车起步时间相较西方较晚, 且目前我国铁路客运市场正面临着日益激烈的竞争。而乘客对于动车组列车运行的直观感受, 很大程度上是基于对座椅舒适度的体验而做出的^[3-5]。聚焦于提升列车乘坐体验并深入探索其优化路径, 不仅有助于铁路客运市场的拓展与巩固, 更能充分发挥铁路运输的独特优势, 其重要性不言而喻^[6-7]。

目前列车座椅的各类设计各有其独特优势, 但仍存在一些有待改进的地方。在本研究中, 高铁座椅的靠背、坐垫和脚踏板等部分, 是影响高速列车座椅舒适性的关键因素^[8]。针对这些问题, 本文提出了一种改进的列车座椅设计方案, 以满足实际需求。

一、总体设计方案

(一) 设计要求

本设计的目的在于基于人体工程学的原理设计出更适合国人的列车座椅, 提升舒适性, 解决一部分在之前的座椅设计中出现

的缺陷。

如果是从人机工程学这一方面的角度来看, 确保乘客的舒适性的要点有很多, 而座椅尺寸的设计就是这些要点中最为关键的因素之一。一个好的座椅不仅需要有足够的背部高度, 用以缓解乘客的背部压力, 减轻因长时间乘坐而产生的疲劳; 而且良好

支助项目: 2024 年国家级大学生创新创业项目 (202413983029Z), 苏州城市学院重点课程建设项目 (5210302425), 苏州城市学院产学研合作协同育人项目 (SZCU2024002)。

作者简介: 陈颢伟 (2006.03-) 男, 汉族, 江苏无锡人, 在读本科, 专业: 机械设计。

的座椅对于椅背也有要求,其中椅背的宽度应与座垫相匹配,以便更好地贴合人体曲线,为乘客提供均匀的支撑力,从而达到显著提升乘客的舒适体验的目的。此外,本设计中还应该包含有可调节高度的椅背,用以确保后排乘客的视线可以不受遮挡。同时这也是为了满足不同的乘客的对于乘坐时的个性化的需求,从而做到能够进一步的优化乘客在乘坐时的感受。

这款座椅巧妙融合了脚踏、调角装置、折叠桌板和杯托等多功能设计,全方位满足乘客的多样化需求。无论是长途旅行还是日常通勤,这些贴心的功能配置都能让乘客在乘坐过程中感受到极致的便捷与舒适,显著提升整体的使用体验。

(二) 整体尺寸

基于以上的需求,这一款座椅主要由基座、扶手、座垫、靠背等基本要素构成,具体含有脚踏,调角器,折叠桌和杯托等创新型结构。图1中显示的是本高速列车座椅设计的三维视图,分别为该列车座椅的主视图,俯视图和侧视图。主视图展示了本设计中的列车座椅的整体高度以及作为依靠作用的各种靠垫。侧视图展示了本设计中调角器和脚踏所在的位置。俯视图展示了扶手,折叠桌,杯托的所在位置和大致的形状。其中靠背宽500mm、靠背高800mm、靠背倾角小于 45° 。座垫高360mm、座垫宽500mm、座深440mm、座垫倾角 3° 。

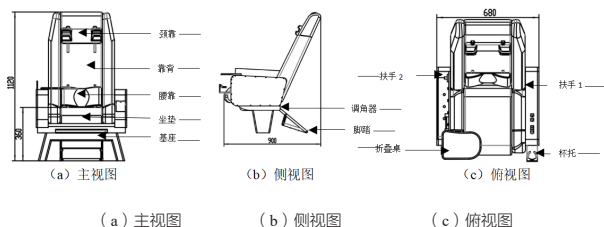


图1 高速列车座椅的三视图

图2显示了本设计的最终效果图,显示了该高速列车座椅的整体形状,体现出了本设计在使用时的整体样子。具有很好的调节性功能,可以自由控制该座椅的大致角度,以及附加设施的收缩。之所以这么设计是为了满足乘客们在使用时的需求,并且考虑到人体工程学的设计。

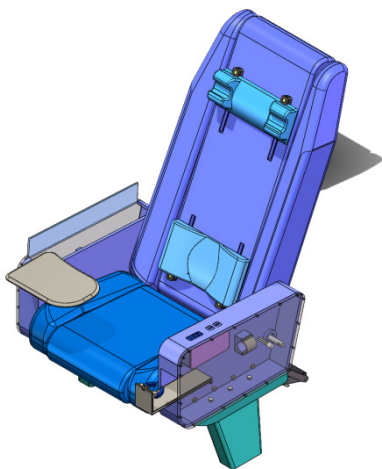


图2 高速列车座椅的三维视图

二、创新装置结构

(一) 调节装置

本设计中认为,可调节性在对高速列车座椅进行设计时,是有十分重要的意义的。因此,为了实现座椅的高度调节功能,高度调节装置、脚踏、调角器等部件被巧妙地融入到座椅设计中。图3展示出了在本设计中的高度调节装置的三维结构模型图,该图可以清晰地呈现出该装置各个结构,以及这些结构的整体布局。可以看出该装置主要由按钮座(1)、调节卡(2)、导轨(3)、按钮轴(4)、滑块(5)以及滚子(6)组成。

当乘客轻轻按下按钮时,按钮轴(4)就会开始动作。与此同时,调节卡(2)会从导轨(3)的卡槽中平稳地脱离。在导轨(3)内部,经过精心设计的滚子(6)也开始工作。滚子在导轨(3)内顺畅地滑动,从而保证颈靠和腰靠能够平稳地移动。这些操作均在同一时间完成,让乘客能够精确地调整座椅角度,进而享受到更为舒适且贴合个人需求的乘坐感受。

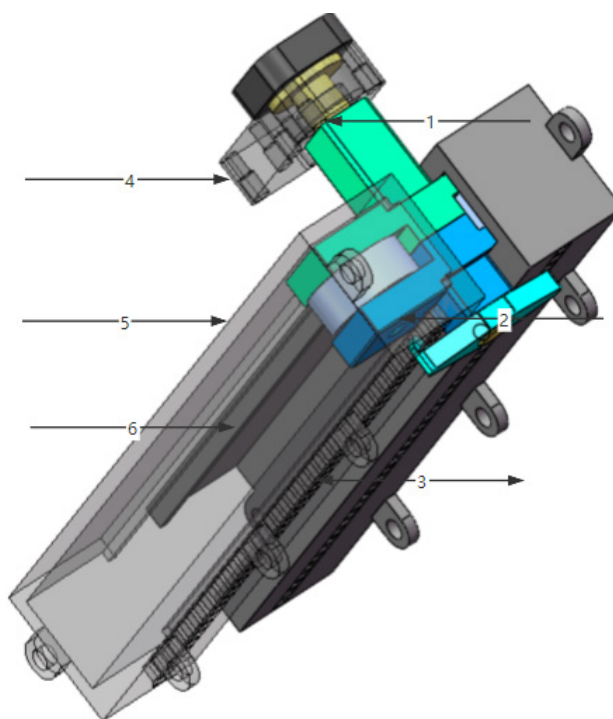


图3 高度调节装置(按钮座(1)、调节卡(2)、导轨(3)、按钮轴(4)、滑块(5)以及滚子(6))

图4展示了本设计中的调角器的三维建模模型。该调角器的核心组成部分主要包括直流电机、蜗轮蜗杆、齿轮组以及外壳等。在座椅靠背角度调节方面,主要以手动调节为主,同时结合杠杆调节、电动调节以及感应调节等多种方式,以满足不同乘客的需求和使用场景。以达到可以充分满足不同乘客在实际使用时不同且复杂的需求这一目的。

在本设计中的调角器涵盖了两种主要的调节模式:第一种是将座椅靠背往后倾斜,第二种是将座椅靠背往前调整。在座椅靠背向前调整的过程中,人体重量会对靠背施加压力。此时,调角器的负载转速被设定为每分钟13转。这样的设计可以确保乘客倚靠座椅时,调角器能够以合适的速度和力度进行角度调节,从而

为乘客提供更舒适、更个性化的乘坐体验。

为了确保安全，本设计充分考虑了成年人的体重范围的影响，一般在50-80公斤。我们以其中的最大值80公斤作为计算依据。根据物理学公式 $F=ma$ ，一个80公斤的人，重力作用下的力大小应为 $F=ma=80\times9.8=784\text{N}$ 。转动半径取轴的直径，即 $L=20\text{mm}$ 。由此可得，负载力矩应为 $T=F\times L=784\times0.02=15.68\text{N.m}$ 。若负载转速为13rpm，电机功率应为 $P=(T\times n)/9550=(15.68\times13)/9550=0.021\text{kw}$ 。由于安装了多对齿轮以提升扭矩并降低转速比，负载转速应为26rpm。此时的功率应为 $P=(T\times n)/9550=(15.68\times26)/9550=0.043\text{kw}$ 。这彰显了本设计中人性化理念的关键特征。此外，这也充分展现了本设计能够适应不同乘客的个性化需求，并满足其基本使用要求。

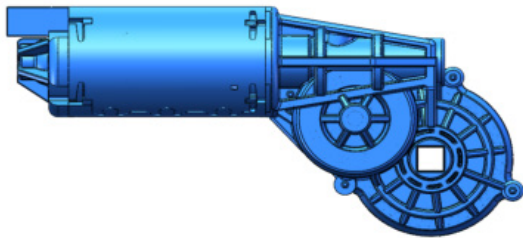


图4 调角器

本设计中的调节装置的设计的目的是基于多方面考量的，主要是希望能够显著提升乘客的乘坐舒适性。致力于迎合不同乘客的身材特点与个性化需求，保障每一位乘客都能获得极为舒适、惬意的乘坐感受。本设计调节装置都具有操作简便，简单易学的特点，方便第一次使用本列车座椅的乘客快速上手使用，这凸显了本设计中人性化理念的关键所在。就是需要满足乘客对于舒适度的追求。

（二）附加装置

本设计中的附加装置主要包括脚踏、折叠桌和杯托。在本设计的结构展示中，图5呈现了脚踏的三维结构设计。脚踏由脚踏主体和折叠板构成，折叠板上设计有槽口，通过衬套实现滑动功能。利用铆钉进行固定；图6展示了折叠桌的三维形态，其结构包含桌板、转轴、盖板、固定轴以及内部轴承组件；图7展现了杯托的三维样式，该杯托由杯托座与支架组合而成。杯托的设计同样考虑了收纳的便捷性，方便其能够在不使用时折叠收缩回座椅内部，提高空间利用效率。

这些附加装置的设计均以空间利用最大化和使用便捷性为目标。因为拥有折叠和收缩功能，它们在不被乘客使用时，可以被巧妙地收纳于座椅内部，避免占用空间，同时在乘客需要使用时也能快速的展开，适应不同使用场景下，不同乘客的不同使用需要。这些设计不仅提升了座椅的功能性，还优化了乘客的使用体验，这从中体现了本设计中的人性化设计理念。

脚踏在拉出时乘客可将双脚置于其上，使脚部有支撑。同时当乘客将双脚置于踩踏结构上时，身体重心能够得到有效稳定，即便处于湿滑环境，也可凭借其出色的防滑性能，牢牢抓地，从而为乘客提供可靠的安全防护。在长途旅行场景下，这种踩踏设计能够显著提升乘客乘坐时的体验，让旅客使用时可以倍感舒

适、便捷、惬意。

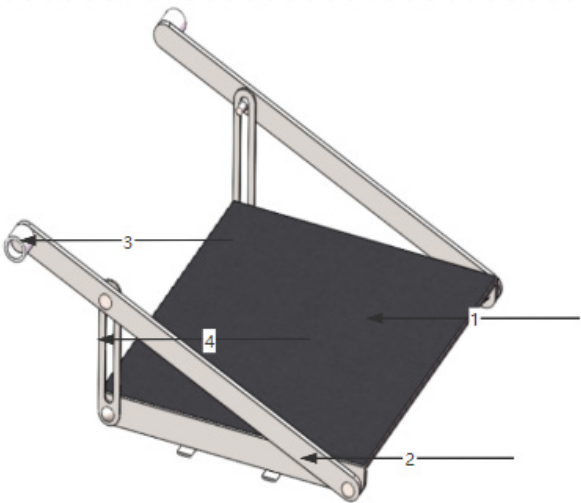


图5 脚踏 (1.脚踏主体, 2.折叠板, 3.衬套, 4.折叠板)

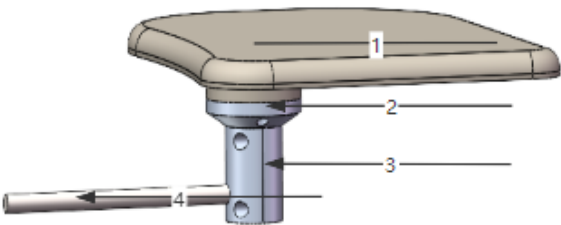


图6 折叠桌 (1.桌板, 2.转轴, 3.盖板, 4.固定轴)

本设计中的折叠桌表面平整光滑，便于清洁。当乘客需要使用时，只需轻轻一拉，就能迅速展开，十分的方便，快捷。本设计中的，这种一体化的，本设计中的设计理念的最主要目的在于，令其不仅做到兼顾使用功能的充分与外观的美观，也让车厢视觉效果显得更加简洁利落。折叠桌被嵌入扶手，闲置时可以释放空间，让车厢更显敞亮。既实用，又能满足乘客休闲时的多样需求，优化了本设计的整体使用感受。

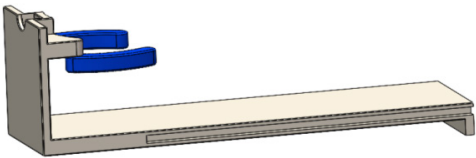


图7 杯托

扶手的构思很巧妙，充分贴合了乘客的实际需求。它不仅握起来很舒服，还巧妙地融合了多种实用功能，比如折叠桌、杯托、角度调节和USB接口等。杯托被巧妙地设置在座椅前排扶手的内侧，方便乘客放置饮料，同时又不会影响到其他乘客，既节省了空间，又保护了乘客的隐私。而且，杯托还可以调节，能够适应各种不同大小和形状杯子，大大增强了它的实用性。

三、总结

该设计在设计时充分考虑到了该列车座椅的在使用时对于各种舒适性的需要。1.本设计集成了多种功能，加入了多种设计

结构如可调节靠背、颈靠腰靠、折叠桌、杯托、折叠脚踏等。这些功能的加入使本设计更具优势，对于不同的乘客的个性化需求可以做到更好的适应，从而达到提高乘客的舒适性的目的。2.杯

托，脚踏等附加装置使该设计具有较高的空间利用效率。3.多种功能性结构，增强了对乘客在使用时的个性化需要的适应性。4.本设计简单，操作方便，便于旅客的使用和操作。

参考文献

- [1] 李宜翰. 基于办公出行体验的短途高速列车座椅设计研究 [D]. 北京: 北京交通大学, 2021.
- [2] 高昊, 曹鸣. 本土化视域下的高速列车内饰设计研究 [J]. 设计, 2023, 36(21): 143-146.
- [3] 李冉, 张军. 高速列车座椅乘坐舒适性影响分析 [J]. 大连交通大学学报, 2022, 43(04): 38-43.
- [4] 户俊立. 汽车座椅乘坐的舒适性设计研究 [J]. 科学与财富, 2020, (3): 122-125.
- [5] 赵利, 侯志敏, 何伟. 高速列车座椅设计中的舒适性研究 [J]. 机械设计与制造工程, 2020, 49(8): 44-48.
- [6] Kumar V, Mishra R K, Krishnapillai S. Study of pilot's comfortness in the cockpit seat of a flight simulator [J]. International Journal of Industrial Ergonomics, 2019, 71: 1-7.
- [7] 孙达焱. 基于体压分布的高速列车座椅舒适性评估和优化研究 [D]. 中南大学, 2022.
- [8] 雷鸣, 董宇珊, 刘静, 等. 高铁座椅旅客乘坐舒适满意度调研及改进策略研究 [J]. 科技创新与生产力, 2023, 44(05): 100-103.
- [9] 郝安娜, 李银霞, 呼慧敏, 等. 高速列车座椅调节参数对舒适性的影响研究 [J]. 机械设计, 2024, 41(04): 83-88.
- [10] 黄昌雄, 陈耕, 黄松华, 等. 基于 SIMP- 安定的高速列车组合式座椅底架轻量化设计与分析 [J]. 工程科学学报, 2024, 46(06): 1151-1160.