

基于用户需求的宜老型公交倚靠设施设计研究

杨浩

(北方工业大学, 北京 100144)

摘要: **目的** 在人口老龄化的背景下, 基于用户需求对宜老型公交倚靠设施进行设计, 优化老年人的出行体验。**方法** 针对现有公交车辆上存在的问题, 结合老年人关节僵硬和下肢肌肉力量不足等情况, 帮助老年人在车内平稳站立。依据研究结论, 对公交车上的倚靠设施提出新的设想, 并使用层次分析法进行评估。**结论** 通过研究用户对公交倚靠设施的使用体验, 分析老年乘客在不同评价维度上对于设计思路的信任感和认可度, 以此满足老年乘客对宜老型公交倚靠设施的需求。

关键词: 公交车; 倚靠设施; 老年人; 需求; 因子分析; 人性化设计

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2018)02-0032-05

Bus Leaning Facility Design for Senior People Based on User Demands

YANG Hao

(North China University of Technology, Beijing 100144, China)

ABSTRACT: It aims to optimize the travelling experience for senior people under the background of population aging, based on the demand of users, a leaning facility of the buses suitable for the elderly is designed. In view of the problems existing in the existing public transport vehicles, combined with the elderly's joint stiffness and lower limb muscle strength, it helps the elderly to stand steadily in the vehicle. According to the research conclusions, a new idea is put forward for the leaning facilities on the bus, and the method of AHP is used for evaluation. By studying the user experience of bus leaning facilities, the trust and recognition degree of elderly passengers in different dimensions of evaluation is analyzed, so as to meet the needs of elderly passengers for the buses.

KEY WORDS: bus; leaning facility; senior people; demands; factor analysis; humanization design

进入 21 世纪以来, 我国老龄化的进程不断加快, 老年人的数量持续增加。预计到 2030 年, 年龄在 60 岁及以上的人口比例将提升至 24%^[1], 因此, 创建一个合理、贴心、宜居的社会环境, 使高龄群体获得美好的晚年生活, 是全社会的责任。人们的独立程度与社会参与程度的重要影响因素之一就是个人出行行为^[2], 在众多出行方式中, 公交出行对于老年人来说是一种理想的选择。由于我国城市人口密集、客流量大, 许多地方拥挤不堪, 这对老年人来说是很大的障碍, 所以, 为了优化老年人的乘车体验, 必须对公交设施的宜老性进行研究。

1 老年人的生理与运动特征

1.1 老年人的生理特征

对于老年群体而言, 年龄增长会带来身体机能上的多种衰退迹象, 例如肌纤维力量减弱、骨骼密度降低、知觉萎靡、行为速度变慢、应激性变差等, 而骨骼密度的降低会造成骨骼受力限度和关节力矩的减小^[3]。对于老年人来说, 如果身体在一段时间内一直保持静止状态, 那么他们想要再次发力就会十分困难, 因此, 老年人不适宜久坐在座位上。

收稿日期: 2017-07-21

基金项目: 北方工业大学科研启动基金项目资助

作者简介: 杨浩 (1986—), 男, 辽宁人, 博士, 北方工业大学讲师, 主要从事人因工程与交通工具设计方面的研究。

跟下肢肌肉纤维数量的衰减和萎缩水平相比,人的上肢肌肉纤维数的衰减和萎缩水平更低,高龄人群总是先在腿部运动上出现肢体运动障碍^[4]。人们在步入中年后,身高开始出现显著性的负增长,且此变化是不可逆的。除身高外,坐姿高度同样呈现出持续性的负增长倾向^[5-6],这意味着面向普通大众的公共座椅已经不再适合老年群体的生理特征。在公交车上,窄小坚硬的公共座椅并不适合老年人落座,如果他们站立起来又会有被晃倒的危险。考虑到老年人的生理特征,“倚靠”是一种合理的乘车姿态,将身体搭靠在车内设施上,既避免了落座后再度站起的发力困难,也能适当休息。

1.2 老年人的乘车行为

老年人对出行条件的“合意性”更为关注,否则他们宁愿不出行。他们在乘坐公交时经常会携带物品,包裹较重,如果物品很多或体积较大,就很难空出手来握持安全扶手,为乘车的安全性埋下隐患。看病或拿药也是老年人重要的出行原因之一^[7],因此,有必要设计一种设施,使其能很好地为老年人这一弱势群体服务,使他们既不用辛苦地弯曲膝关节,也能得到休息,并在携带物品的时候不会被晃倒。倚靠设施是一款很好的通用设施,不仅能保证老年人的安全,在

车内没有老年人时,还可以为年轻乘客或儿童提供便利,使他们在没有座位的情况下也可以解放双手并安全站立。

2 公交车内的现状分析

2.1 公交车靠乘设施的现状

在北京市的公交和地铁上,可供乘客倚靠的设施主要有两种,一种为轮椅放置区所设置的靠垫,从地面至靠垫的上缘高度约为 1440mm,从腰部至肩部与靠垫发生交互,可供乘客倚靠;另一种为一块窄小的支撑板,结合旁边的扶手,形成一个“倚靠单元”,支撑板和地面的距离约为 840mm,臀部与支撑板发生交互,能供大多数乘客倚靠。

对于老年人来说,这两种设施都存在很大的问题。首先,当车辆出现紧急刹车或转弯时,靠在上面的人无法稳定站立;其次,当乘客数量较多时,靠在上面的人会被拥挤至改变自然倚靠姿态,成为站姿,无法实现休息功能;最后,随着年龄的增加,相当一部分老年人会出现动作迟缓、运动协调性降低、关节僵化等问题,导致这一群体难以长时间维持某种姿态,且容易摔倒、与环境发生碰撞^[8],这就要求倚靠设施具有一定保护性。乘客倚靠设施见图 1。



图 1 乘客倚靠设施

Fig.1 Facilities for passengers to lean

2.2 公交车的内室空间分析

如今,虽然大多数公交车前部已取消了双排座设计,采用单排座椅,以留出更多的空间给乘客站乘,但是乘客站乘时呈无序状态,可能会对老年人造成阻碍。通过研究发现,公交车内空间的功能性划分并不明确,不能达到空间的最佳利用率,即使车内有倚靠设施,也无法发挥其功能。可见,如果想要添加倚靠设施,就必须划分出功能空间,同时转化空间功能,使之在符合老年人生理特征的同时还具有保护性。

3 老年乘客的需求分析

笔者的团队通过问卷调查的形式,邀请了笔者所在单位家属区的 60 位每日乘坐公交车的老年人写出他们所关心的问题,记录下这些老年人每日使用靠乘设施的次数,整理出老年人最为关注的 12 条问题,并对这些问题所出现的频次进行统计,见图 2。

3.1 需求因素分析

笔者邀请老年人对以上 12 条问题进行了打分,分

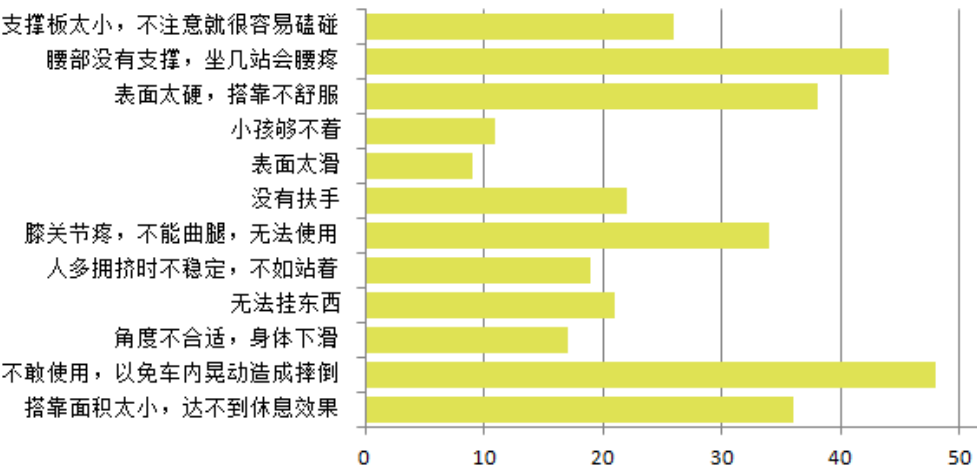


图 2 公交倚靠设施问题频次累积

Fig.2 Frequency accumulation of leaning facilities problems on buses

值 1 为完全不关心，7 为非常关心，从分值 1 到 7 体现了老年人对该问题的关注程度。最后，回收的有效问卷共计 221 份，本问卷中 12 个变量的克隆巴赫系数为 $\alpha=0.814$ ，这个系数表示内部一致性水平较好，可信度较高。

由于变量的数量较多，难以分析出每一个变量的显著性水平，因此对数据进行了因子分析（ $n=221$ ），从变量群中提取共性，将相同本质的问题归为一个因子，以此精简变量信息，从而有利于寻找核心问题。

经过 KMO 检验与巴特利特球形检验，得到 KMO 值为 0.768，巴特利特球形检验显示为非常显著（ $p<0.001$ ），说明本研究中的 12 个变量适合做因子分析。进行因子分析后，保留特征值大于 1 的因子，从

中抽取 3 个公因子，得出累积方差的贡献率为 84.175%，再经过正交旋转，最后得到了因子分析结果，见表 1。

仔细分析表 1 中 3 个公因子所包含的变量信息，从中抽取概念并对因子进行命名。因子 F1 可以概括 6 个变量的信息，这些变量反映了设施设计和用户体验相关的问题，如尺度、材质、稳定性等。因子 F2 概括了 4 个变量，反映了与设施功能相关的问题，主要包括扶手、物品挂钩、病症等问题。因子 F3 概括了两个变量，反映了此类设施可能给儿童造成的困难或危险。最后，确定了 3 个公因子，分别是 F1“体验障碍”因子、F2“功能障碍”因子和 F3“儿童友好”因子，这 3 个公因子即为用户最为关心的问题范畴。

表 1 因子分析结果

Tab.1 Results of factor analysis

现存问题	因子 F1	因子 F2	因子 F3
1.搭靠面积太小，达不到休息效果	0.982	0.039	0.150
2.不敢使用，以免车内晃动造成摔倒	0.971	0.086	0.097
3.角度不合适，身体下滑	0.961	0.113	0.155
4.人多拥挤时不稳定，不如站着	0.949	0.017	0.115
5.表面太滑	0.934	0.041	0.123
6.表面太硬，搭靠不舒服	0.796	0.042	0.445
7.无法挂东西	-0.019	0.926	0.020
8.膝关节疼，不能曲腿，无法使用	0.008	0.908	0.016
9.没有扶手	-0.029	0.877	0.019
10.靠在上面不舒服，坐几站会腰疼	0.377	0.866	0.035
11.小孩够不着	0.101	-0.012	0.914
12.支撑板太小，不注意就很容易磕碰	0.237	0.052	0.553
特征值	5.931	3.078	1.092
方差贡献率(%)	49.423	25.651	9.101
累积方差贡献率(%)	49.423	75.074	84.175

3.2 影响作用分析

使用频次反映了用户对产品是否具有足够的认可度，每日使用的次数越多，则表示对产品越认可。通过计算 3 个公因子的因子得分，取代原始变量作为解释变量，以“公交倚靠设施的使用频次”作为因变量，进行回归分析。用因子得分代替原始变量，既可以保留原始变量的大部分信息，又能在一定程度上避免潜在的多重共线性问题。回归分析结果见表 2。

表 2 回归分析结果
Tab.2 Results of regression analysis

	标准化回归系数	T 值	显著性水平
截距项		8.170	0.000
F1	0.823	0.430	0.000
F2	0.231	2.617	0.015
F3	-0.502	-5.916	0.000

模型的决定系数为 $R^2=0.797$ ，说明模型拟合度较为理想。3 个公因子均对使用频次存在显著的影响 ($p<0.05$)，这并非随机发生的偶发现象。研究表明，体验障碍、功能障碍、儿童友好性问题已经严重影响了老年乘客对靠乘设施的使用频率，设计师必须针对这些问题进行设计，这样才能提升用户的使用体验。

4 设计建议与分析

4.1 设计建议与尺度分析

基于以上的数据分析，笔者提出一种设计方向，将问题具象化，便于在下一步的研究中探索设计方案，见图 3。笔者设计了一种圆筒式的倚靠设施，该设施从功能障碍、体验障碍、儿童友好性问题这 3 个方面进行了改进，圆筒半闭合的形态能从晃动中保护腿部力量不足的老年人，并能从心理上给人安全感，符合因子分析的结论。

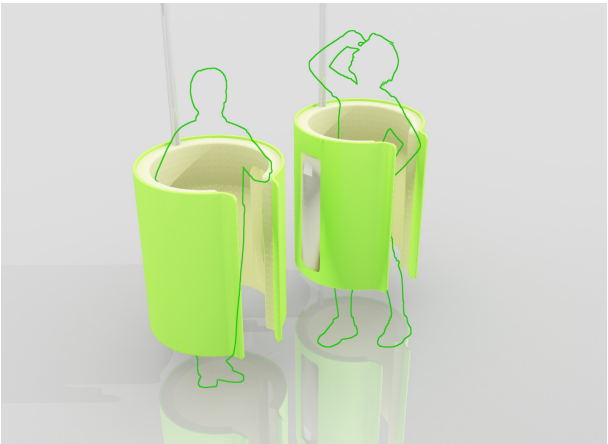


图 3 初期设计方向
Fig.3 A preliminary idea

设施的入口与空间满足了大多数人的使用需求，出口宽度约为 345mm，内筒直径为 800mm 左右。将两个靠乘设施摆放在一起，所占空间约等于 3 个座椅，小于今天公交车上的轮椅放置区，不会占用过多空间。设施形态为圆柱形，筒壁外同样可以供乘客倚靠，避免乘用空间的浪费。

该设施的目的是在保护乘客之余不影响人的视线和交流，避免人们身处其中时产生心理上的压抑感。设施侧面也要留有窗口，便于儿童在使用时能够看到设施以外的范围，消除闭塞感。

4.2 设计思路分析

倚靠设施为公交乘坐系统的构件之一，其目标用户不只是老年乘客，同时也要兼顾年轻群体和儿童。设计应力求达到用户不用手扶也可以站稳的目标，在多方位提供保护的圆筒之内，老年人不易摔倒，且随时可以调整倚靠姿态，减少腿部肌肉力量不足造成的不便。圆筒内可以倚靠的表面积较大，乘客无需将身体固定在小面积的支撑板或靠垫上。内筒材质可采用再生海绵配合织物蒙皮等软性材料，以带给人们倚靠的舒适感，保证了身体不会滑动。作为一件公共设施，成本低廉、易于批量生产是设计师需要考虑的第一因素，在材料的选择上，应尽量降低成本。

5 设计可行性评估

由于在现代公交上普遍留有轮椅放置区，所以可以考虑利用该空间或开辟一个新的空间来放置该设计。虽然设计师无法保证此类设施一定能为目标人群所使用，但通过符号标识或舆论引导对乘客进行适当约束，仍然是设计师的责任。

为了判断本设计思路对倚靠设施的下一步设计工作是否具有足够的指导意义，笔者对几种解决方案的可行性进行了评估。层次分析法是一种结合定性判断与定量分析的方法，适用于对具有灰色性的设计方案进行评估。在国内的工业设计领域，多个研究曾用此方法完成了产品外观的设计方案、飞机客舱的设计方案等，并得到了令人满意的结果^[9-10]。本研究使用了层次分析法，采集了老年人的评价数据，对图 1 的两种倚靠设施和图 3 的设计思路进行了综合评价。评价体系包括目标层、准则层和方案层 3 个层次，求取评价结果时会以高一层的元素为标准，对低一层的元素进行评估，构建评价矩阵。准则层共有 4 个评价指标，其中 3 个为因子分析中所抽取出的公因子，同时加入了“公交车的空间关系”元素，并在数据收集时向受试者说明了无障碍、功能、体验、空间关系的具体内涵。评价体系的目标为“宜老型公交车倚靠设施设计”，方案即为 3 种倚靠设施，最后构建出的层次结构模型见图 4。

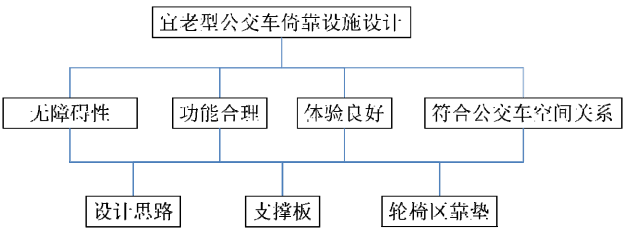


图 4 公交车倚靠设施设计可行性分析层次结构模型
Fig.4 The AHP model of bus leaning facility feasibility analysis

从之前受邀填写问卷的老年人中，挑选出 30 位用户参与评估。所挑选的受试者均为每日使用公交且多次使用倚靠设施的老年人。拿到 30 位老年人的数据后，对每一位老年人的判断矩阵进行一致性检验，确保全部受试者的数据有效（ $C.R.<0.1$ ）。通过对 30 位老年人的排序权值进行处理，得到的层次分析结果见表 3。

在 3 种解决方案中，本研究提出的设计思路排序

表 3 层次分析结果
Fig.3 Results of AHP

	无障碍性	功能合理	体验良好	符合空间关系	总排序权重 (W_i)	总排序
	0.4867	0.1023	0.1217	0.2894		
设计思路	0.4161	0.5396	0.6483	0.1571	0.3820	1
轮椅区靠垫	0.4579	0.2970	0.2297	0.2493	0.3533	2
支撑板	0.1260	0.1634	0.1220	0.5936	0.2647	3

最高（ $W=0.3820$ ），因此，基于本思路进行下一步设计工作是有意义的。在 4 个评估准则中，“无障碍”是最重要的（ $W=0.4867$ ），其次即为“符合公交车的空间关系”，说明老年用户在倚靠设施的使用上很重视这两项因素，而本研究的设计思路在“功能合理”和“体验良好”这两个准则上都远远高于其他两个方案。“无障碍性”准则虽然排在第二位，但跟轮椅区靠垫相比，只是处于微弱的劣势，这说明在 3 个公因子的处理上，本思路是有效的。在“符合空间关系”的维度上，本设计分值较低，说明用户在空间关系上更认可小体积设施，在这个层面上，对所调查老年人的意见也需要谨慎对待。

6 结语

虽然圆筒式的倚靠设施避免了乘用空间的浪费，但就具体的空间布局来说，还需要进一步推敲。公交车设施的设计，仅靠设计师的力量是不够的，还需要社会职能部门的推动。通过设计提升环境中的情感，是本研究的目标。公交车是整个社会的缩影，呈现着整个社会的一种状态，公交设施体现的是对弱势群体的一种人性化关怀。在设计作用越来越重要的今天，设计师应从多方面解析和应对人口老龄化的问题，让用户享受到更好的生活体验。

参考文献：

[1] 项怀诚. 养老储备基金管理：国际经验与中国实践[M]. 北京：中国财政经济出版社，2005.
XIANG Huai-cheng. Management of Pension Reserve Fund: International Experience and China's Practice [M]. Beijing: Chinese Financial & Economic Publishing House, 2005.

[2] MAGNUS A, ANTHONY L, DAVID W. The Description of Activities of Daily Living in Five Centers in England and Wales Medical Research Council Cogni-

tive Function and Aging Study[J]. Age and Aging, 1998, 27(5): 605—613.

[3] 孙世升. 老年人座椅舒适性研究[D]. 北京：中国矿业大学，2015.
SUN Shi-sheng. Study on Chair Comfort of the Elderly[D]. Beijing: China University of Mining & Technology, 2015.

[4] 孟亚. 基于人机工程学的老年人助行工具设计研究[D]. 西安：陕西科技大学，2012.
MENG Ya. Design of Tools Assisting Elders in Traveling Based on Ergonomics[D]. Xi'an: Shanxi University of Science & Technology, 2012.

[5] MICK D J, ACKERMAN M H. Critical Care Nursing for Older Adults: Pathophysio Logical and Functional Considerations[J]. Nurs Clin North Am, 2004, 39(3): 473—493.

[6] PERRIG C P, P W J, U A, et al. Impact of Physical and Psychological Resources on Functional Autonomy in Old Age[J]. Psychol Health Med, 2006, 11(4): 470—482.

[7] 谭丹丹. 基于城市老龄化的公共交通设施设计研究[D]. 武汉：湖北工业大学，2012.
TAN Dan-dan. Research on Design on Public Transport Facilities Based on Cities with City Population Aging[D]. Wuhan: Hubei University of Technology, 2012.

[8] 毛海斌，任福田. 面向老龄社会的城市交通探析[J]. 武汉理工大学学报(信息与管理工程版), 2005, 27(3): 64—67.
MAO Hai-xiao, REN Fu-tian. Transportation in an Aging Society[J]. Journal of WUT (Information & Management Engineering), 2005, 27(3): 64—67.

[9] 李转，苟秉宸，杨延璞，等. 基于 AHP—灰色聚类的飞机客舱内环境工业设计评价[J]. 航空计算技术, 2013(5): 52—55.
LI Zhuan, GOU Bing-chen, YANG Yan-pu, et al. Environmental Industrial Design Evaluation of Aircraft Cabin based on AHP: Grey Clustering[J]. Aeronautical Computing Technique, 2013(5): 52—55.

[10] 陈敏娜，晋民杰，王快，等. 基于 Fuzzy AHP 的煤矿机械工业设计评价[J]. 太原科技大学学报, 2015(3): 223—227.
CHEN Min-na, JIN Min-jie, WANG Kuai, et al. Design Evaluation of Coal Mine Machinery Industry based on Fuzzy AHP[J]. Journal of Taiyuan University of Science & Technology, 2015(3): 223—227.