

## 汽车内饰造型设计中的空间动线研究

王正通<sup>1</sup>, 赵丹华<sup>2</sup>, 李天添<sup>2</sup>

(1.湖南大学 汽车车身先进设计制造国家重点实验室, 长沙 410082;

2.湖南大学 设计艺术学院, 长沙 410082)

**摘要:** **目的** 研究汽车内空间中的动线概念, 探讨车内驾驶行为的分布与演变规律, 结合车内驾驶行为的可视化与规范化的表达结果, 为汽车内饰的空间布局设计提供设计依据和评价方法。 **方法** 结合建筑空间中的动线理论和汽车人机交互中的驾驶任务, 提出汽车空间动线的概念; 利用德尔菲调查法, 组织专家用户进行关于车内空间动线的调查, 获取汽车空间动线及其分布趋势和变化规律。 **结果** 主要空间动线的数量变化较小, 分布位置变化小且渐趋集中; 次要空间动线数量上从无到有, 分布位置上变化较大并且由分散变为集中。 **结论** 提出汽车空间动线的概念, 发现奔驰品牌下不同时期汽车内空间动线的变化规律, 获取汽车空间动线的基本表达形式, 完成对汽车空间动线的规范化过程, 在今后的设计过程中辅助设计师完成设计信息的获取和表达。

**关键词:** 汽车空间; 动线; 建筑空间; 汽车人机交互; 驾驶任务

**中图分类号:** TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2020)16-0223-07

**DOI:** 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.16.034

## Space Circulation in Automotive Interior Design

WANG Zheng-tong<sup>1</sup>, ZHAO Dan-hua<sup>2</sup>, LI Tian-tian<sup>2</sup>

(1.State Key Laboratory of Advanced Design and Manufacture for Vehicle Body, Hunan University, Changsha 410082, China; 2.School of Design, Hunan University, Changsha 410082, China)

**ABSTRACT:** The work aims to study the circulation (V-circulation) in the car and discuss the distribution and evolution of driving behavior to provide the design basis and evaluation method for the design of spatial layout of automotive interior combined with the visualization and standardized expression of driving behavior in the car. The concept of V-circulation in the car was proposed by combining the theory of architecture circulation and the driving task in automobile human-computer interaction. In order to obtain the V-circulation and its distribution trend and change law, Delphi survey method was used to organize expert users to investigate the spatial circulation in the car. The number of primary V-circulations had a little change, and their corresponding locations did not change much, but gathered together gradually. The number of secondary V-circulation was from none to some and their corresponding locations changed much and were from scattered to concentrated. The concept of V-circulation is proposed to find out the change law of V-circulation of Benz in different periods, obtain the basic expression of the V-circulation, and complete the process of standardizing the V-circulation. In the future design process, it can help designers to achieve the acquisition and expression of design information.

**KEY WORDS:** automotive space; circulation; architecture space; automobile human-computer interaction; driving task

收稿日期: 2020-03-19

基金项目: 国家自然科学基金项目(面上项目, 重点项目, 重大项目)

作者简介: 王正通(1993—), 男, 河南人, 湖南大学汽车车身先进设计制造国家重点实验室硕士生, 主攻设计学。

通信作者: 赵丹华(1982—), 女, 湖南人, 博士, 湖南大学设计艺术学院副教授, 主要从事情感设计和汽车造型领域知识研究。

驾驶员和车之间的交流通常来自于汽车内部设计<sup>[1]</sup>。汽车内部的信息模型已经从单一的行车和车况信息模型逐步发展成为包括车内信息、汽车间(Car to Car)信息、汽车和其他信息载体(Car to X)交互的信息在内的复杂信息体系<sup>[2]</sup>。在复杂的信息体系下,驾驶员除了完成控制汽车、保持车道和监控道路状况等主驾驶任务(Primary Task)外,还执行着大量和驾驶无关或不直接相关的驾驶次任务(In-vehicle Secondary Task)<sup>[3]</sup>,这些任务对驾驶汽车存在一定的影响,也增加了用户操作的复杂性。Norman认为,追求复杂是人类对产品功能和情感体验需求的体现,问题的关键不是简单地减少复杂,而是通过精心的设计来良好地管理复杂,为用户提供复杂但易用的产品<sup>[4]</sup>。因此,需要相关的工具对其研究,以明确车内空间中存在的复杂状况,并对其进行明确化表达,从而进一步指导汽车内饰造型设计和更加高效地满足用户需求。本文采用德尔菲法对汽车内用户复杂的需求进行界定与表现,并根据建筑动线和汽车人机交互理论,尝试建立“汽车空间动线”这一工具以实现对用户复杂的驾驶行为的分析和预测。

## 1 建筑空间和动线

“Space”一词作为建筑范畴的词汇,产生于德国。著名的建筑设计师柯布西埃认为,空间是运动的产物,随着观者自身在空间中的运动而变化<sup>[5]</sup>。穆尔等人认为,当人们在建筑空间中移动时,无论是自觉的还是无意识的,身体以及动作都在与建筑物进行着不断的对话<sup>[6]</sup>。可见,帮助用户实现更加自由的运动是建筑空间设计师不能忽略的因素。“动线”(Circulation)也称为流线或循环等,在建筑空间设计中,用来表示建筑内外人的运动<sup>[5]</sup>。不同的运动路径形成不同的动线,每条动线上用户获取的信息不同,用户的感受也不尽相同。因此,通过设计动线能够让用户拥有不同的体验。巴黎歌剧院的建筑师查尔斯·加尼尔提到,如果楼梯的侧墙上布满开口,在各层流动的每个人都可以依照自己的喜好转移自己<sup>[5]</sup>。建筑设计中的空间动线探讨的是建筑空间与人的运动关系,它能够引导人们获取相应的信息并提升其感受和体验,是对建筑内外人的运动进行可视化表示的有效工具。建筑空间的动线理论为车内用户驾驶行为的规范化表达提供了思路与方法依据。

## 2 汽车空间和汽车交互

在现代建筑中,外观类似于方盒子的纯形态是经常提倡的<sup>[7]</sup>。在汽车造型设计中,丰田提出了“移动盒子”理念,并基于该理念推出了“e-Palette”的概念出行平台。虽然在某些时候汽车空间和现代建筑空间都被概括为方盒子(Box),但是汽车空间毕竟不同

于建筑空间。作为小型移动空间,汽车空间的功能更加明确,空间更加紧凑。

在汽车空间中,除了要考虑到用户的驾驶行为,还要考虑到人与人以及人与车之间的交互行为。汽车的内部空间受到汽车工程领域的影响,在设计过程中通常将汽车内舱看作是由众多功能部件组合形成的<sup>[8]</sup>。车内次级任务(收听广播、看地图、照顾小孩和与乘客交谈等<sup>[9]</sup>)的增加,以及用户对车内空间产生的新的需求,导致汽车空间的功能和布局日益多样化。罗威认为,汽车产品正在从驾驶和运载的工具逐渐发展为以汽车为环境载体的,嵌入计算、通讯和感知能力的新型智能空间<sup>[10]</sup>。汽车车内就交互模式而言,已经从传统的实体界面的交互模式逐步向多通道的交互模式发展<sup>[11]</sup>。从信息组织结构的角度而言,不同于网页交互中宽而浅的特点,汽车交互的信息组织呈现出显示数量有限但层次较深的组织结构,即窄而深的结构<sup>[12]</sup>。因此,为了减少操作流程,往往有针对性地增设快捷键以减少操作步骤。从任务操作的角度而言,存在多任务同时操作及任务间的往返切换频繁的特点。用户需要在驾驶环境及不同交互界面之间多次切换注意力以完成对不同信息的接收和处理<sup>[13]</sup>。信息操作的方式也从人机交互形式(Human-Vehicle Interaction, HVI)转变为多主体多通道的交互模型(Model of Multi-Agent & Multi-channel Interaction Based on Vehicle),简称MIV模型<sup>[14]</sup>。可见,除了在空间体量与功能分布上汽车空间不同于建筑空间外,汽车空间在交互的信息组织结构、任务操作的特点与信息操作方式等方面具有其自身的特点。通过对汽车空间和汽车交互的深入研究,认识与分析车内用户交互行为的特点,为车内用户驾驶行为的研究提供了理论支撑。

## 3 汽车空间动线的类型和定义

### 3.1 汽车空间任务类型

建筑空间中的动线探讨的是空间运动的轨迹。汽车空间中的“运动”主要是围绕着功能暨任务实现进行的,具有比较明确的目的性。MICHON J认为,驾驶行为包含计划、策略和操纵三个水平的任务层级和一千六百个独立任务<sup>[15]</sup>。主驾驶任务就是保持驾驶正常行驶和监控道路危险<sup>[16]</sup>,例如速度控制和转向控制等。除此以外的任务是次要驾驶任务,或称为次要任务和二级任务。次要驾驶任务通常被看做是相对于主驾驶任务而言,与驾驶无关或不直接相关的其他任务<sup>[9]</sup>,例如收听广播、使用移动电话和看地图等。从任务实现的角度而言,汽车空间中的“运动”可以表达为从“启动车辆”开始到“关闭启动”结束这段时间内的任务实现流程,多表现为在主要驾驶任务与次要驾驶任务的来回切换之中,也可以只涉及主要驾驶任务或只涉及次要驾驶任务。汽车空间任务实现流程见图1。

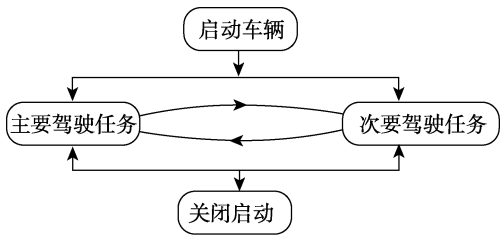


图 1 汽车空间任务实现流程  
Fig.1 Task realizing flow of automotive space

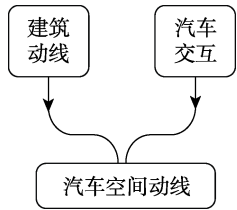


图 2 汽车空间动线的来源  
Fig.2 Source of V-circulation

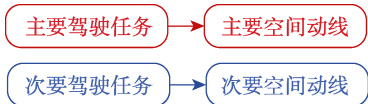


图 3 汽车空间动线类型  
Fig.3 V-circulation types

3.2 汽车空间动线

通过借用建筑空间中空间运动的表示暨“动线”(Circulation),结合汽车内饰在空间和人机交互上的特点,围绕汽车空间的任务类型,本文提出了“汽车空间动线”(V-circulation)的概念。汽车空间动线是指在汽车空间内,用户为了完成不同任务进行肢体操作所形成的轨迹,汽车空间动线的来源见图 2。

由于汽车空间的任务类型划分为主要驾驶任务与次要驾驶任务,因此,汽车空间动线也具有两种类型,见图 3。主要驾驶任务构成的动线称为主要空间动线,次要驾驶任务构成的动线称为次要空间动线。从“启动车辆”开始到“关闭启动”结束这段时间内,这两类动线常呈现往复重叠的形式,表达人在汽车空间内复杂的“运动”。同时,对于车内空间而言,不同的功能布局 and 不同的空间动线又会导致用户获取信息的顺序、获取信息的强度以及互动方式上的不同。

一方面,汽车空间动线是车内空间运动暨任务实现的表达与分析工具,能够实现车内行为的分析甚至预测。汽车空间动线帮助设计师分析用户在汽车空间中的交互行为强度、互动的方式和状态信息。另一方面,汽车空间动线又能够作为优化车内功能布局与设计工具,引导用户提升其感受与体验。

4 用户的汽车空间动线问卷调查

关于用户的汽车空间动线的调查,主要目的是探

讨车内驾驶行为的分布与演变规律,结合车内驾驶行为的可视化与规范化的表达结果,为汽车内饰的空间布局设计提供设计依据和评价方法。本文采用德尔菲法,组织专家用户进行调查。

4.1 实验

1) 实验对象的选择。根据德尔菲法对被试对象的规定<sup>[17]</sup>,建立专家小组。专家小组由在职设计师与汽车设计专业学生组成,均有驾驶经验。其中在职设计师十名,设计专业学生二十名。被试对象年龄为 20~35 岁。设计师被试来自上汽大众、一汽大众和通用泛亚等一线主机厂,被试工龄为 2~7 年。学生被试均为研究生背景,要求满足具备长期驾驶经验及交通工具专业设计背景,并具有一定的项目经验。

2) 样本的选择和处理。奔驰是汽车文明的先驱者与引领者,选择梅戴德斯-奔驰品牌下 1928 至 2019 年期间的 1928-BENZ SSK, 1957-300SL, 2007-GCLASS, 2019-A200 四款有较大影响力的车作为样本。样本车内饰以同一角度的灰阶线框图呈现,避免造型、色彩和品牌风格等因素对被试者造成的干扰。

3) 问卷设计和实验过程。实验问卷由三部分组成:第一部分为功能图+看板图;第二部分为任务表;第三部分为绘图区。看版图暨上述四款样本车的实车照片,功能图标注了样本车具备的功能,作为作答的参考。任务表中的任务来自《基于人机交互仿真的驾驶次任务研究》和《智能汽车的车内周边交互体验研究》的分析与成果,任务表包括五项主要驾驶任务和五项次要驾驶任务。绘图区的底图即四款样本车的同一角度灰阶线框图,被试者可以在此基础上进行作答。问卷设计时,定义了手部和脚部的初始位置,并且假设该车的初始状态为匀速直线行驶。实验过程中,被试者需要依照上述规定,首先浏览功能图和看版图,判断并勾选出任务表中样本车可以完成的任务。然后在绘图区绘制出驾驶员完成相应任务时手部和脚部的操作轨迹。被试绘制过程中,分别用带有方向箭头的红色和蓝色线条表示主要空间动线和次要空间动线。

4.2 实验数据整理

实验共收回有效样本二十四份。其中,被测对象平均年龄为 25.2 岁,平均驾龄为 4.7 年,驾龄七年以上的被试对象占 30%以上。实验数据的整理分为两个部分,实验分析流程见图 4。第一部分是车内主次要任务数量统计,统计了用户勾选出的样本车可以完成的主次要任务数量,数据结果取被试者对可完成任务数量的均值平均数,并制成了折线图;第二部分是汽车空间动线可视化表达,对用户绘制的空间动线进行提取和叠加。该部分实验数据的处理分为三个步骤。

(1) 整体空间动线叠加图。通过对用户绘制的主要空间动线和次要空间动线提取并叠加,得到整体空间

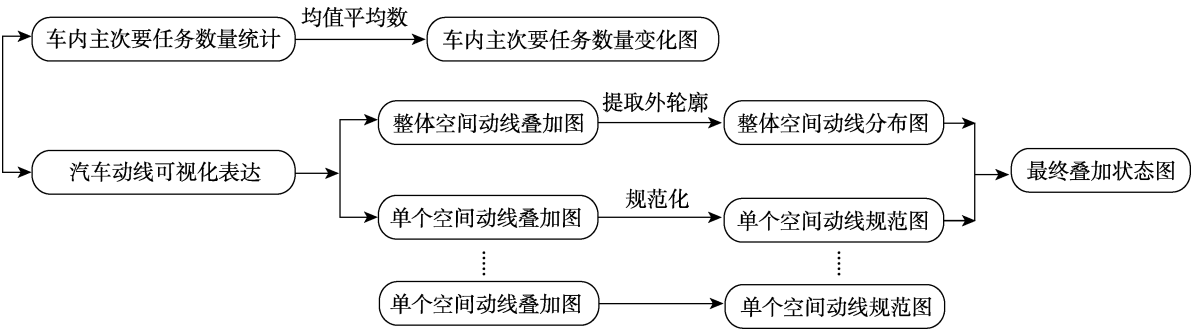


图 4 实验分析流程  
Fig.4 Experimental analysis flow chart

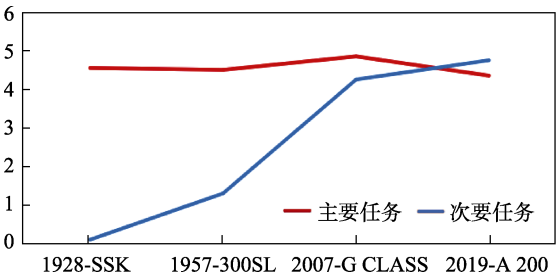


图 5 车内主次要任务数量变化  
Fig.5 Number of primary and secondary tasks in the car

动线的叠加图。然后分别用红色和蓝色的色块将四辆样本车的主要空间动线和次要空间动线叠加图形成的外轮廓进行勾画并填充，从而得到整体空间动线分布图。(2) 单个任务空间动线叠加图。首先对单个操作任务的空间动线进行叠加，然后对叠加图进行规范化处理，暨规范空间动线的绘制方式。(3) 最终叠加状态图。将汽车空间动线分布图和规范化的空间动线进行合并，得到最终的叠加状态图。

4.3 实验结果分析

通过统计均值平均数的方法得到车内的主次要任务数量变化图，车内主次要驾驶任务的均值平均数的小数部分采用四舍五入法。根据统计结果绘制出车内主次要任务数量变化折线，见图 5。X 轴为四款不同年代的样本车，Y 轴为样本车可完成的驾驶任务数

量。红色和蓝色线条分别代表主要任务和次要任务。由图可知，可以完成的主要驾驶任务数量分别为 5 项（1928-SSK），5 项（1957-300SL），5 项（2007-G CLASS），4 项（2019-A 200）；可以完成的次要驾驶任务数量分别为 0 项（1928-SSK），1 项（1957-300SL），4 项（2007-G CLASS），5 项（2019-A 200）。

可见，在四个样本中，可以完成的主要驾驶任务数量的变化较稳定，可以完成的次要驾驶任务数量的变化较大，并且随着时间的发展显著增加。

整体空间动线分布见图 6。第一横行是样本车的基本信息，第二横行是整体空间动线的叠加结果，第三横行是对叠加结果进行外轮廓提取的结果，方法是分别用红色和蓝色将叠加形成的区域勾画外轮廓并填充色块，红色色块和蓝色色块分别代表主次要空间动线的整体分布范围。整体空间动线分布图能够反映整体空间动线以及主次要空间动线的区域演变情况。

首先，从分布面积而言，代表主要空间动线分布范围的红色色块面积逐渐缩小，代表次要空间动线分布范围的蓝色色块面积先增加后缩小。其次，从变化趋势而言，红色色块的分布区域呈现出愈发集中化的趋势。具体来说，脚部位置的红色色块分布没有明显的变化，手部位置的红色色块则逐渐向方向盘临近区域集中。蓝色色块的分布区域呈现出先分散后集中的趋势。具体来说，蓝色色块的分布区域逐渐围绕副仪表台分布。例如，在 1957-300SL 样本中，蓝色色块

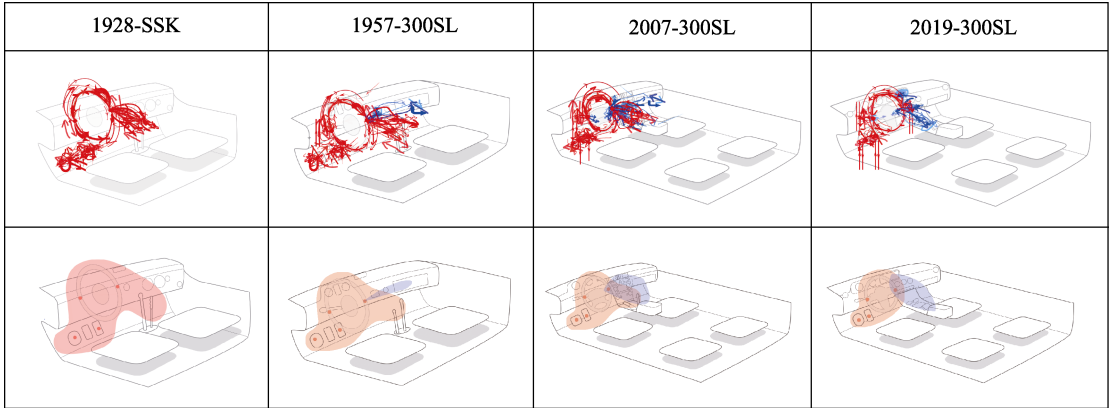


图 6 整体空间动线分布  
Fig.6 Overall V-circulations map

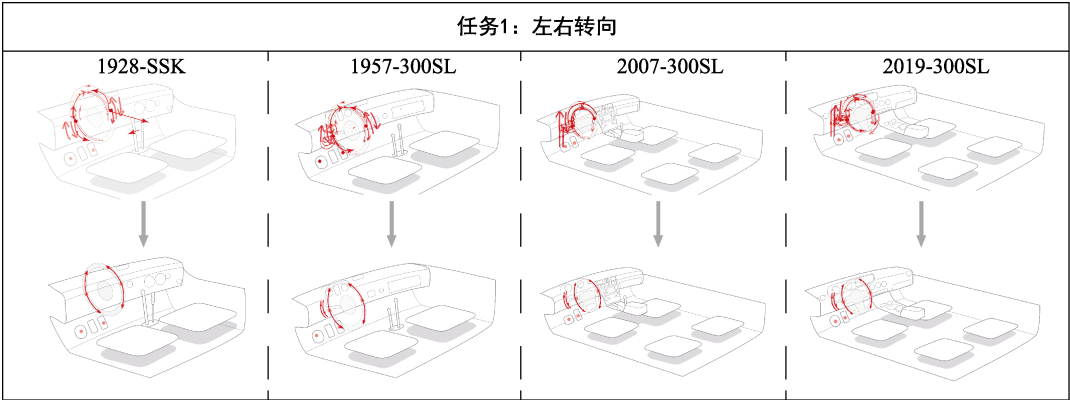


图 7 空间动线规范化提取示意  
Fig.7 Schematic diagram of V-circulation normalization extraction

表 1 单个任务的汽车空间动线规范化表格  
Tab.1 V-circulation normalization table for a single task

| 驾驶任务   |         | 1928-SSK | 1957-300SL | 2007-G GLASS | 2019-A 200 |
|--------|---------|----------|------------|--------------|------------|
| 主要驾驶任务 | 左右转向    |          |            |              |            |
|        | 加减速行驶   |          |            |              |            |
|        | 手刹制动    |          |            |              |            |
|        | 变换车道    |          |            |              |            |
|        | 倒车形式    |          |            |              |            |
| 次要驾驶任务 | 切换歌曲/广播 |          |            |              |            |
|        | 输入导航目的地 |          |            |              |            |
|        | 接打电话    |          |            |              |            |
|        | 调节车内温度  |          |            |              |            |
|        | 拿放水杯/饮料 |          |            |              |            |

沿主仪表台横向分散分布,在 2007-GCLASS 样本中,蓝色色块沿副仪表纵向分布,在 2019-A200 样本中,蓝色色块主要集中于驾驶员坐姿状态下的手部可触摸范围之内,反映了主要空间动线和次要空间动线的整体分布情况与变化规律。

汽车空间动线的规范化提取过程见图 7。第一横行是四张单个空间动线叠加图,红色线条是对二十四份问卷进行叠加得到的。叠加之后线条杂乱且信息重

叠,有必要对用户绘制的空间动线进行规范化处理。第二横行是单个空间动线规范图,红色线条为规范化后的汽车空间动线,采取问卷中出现最多的绘制方式作为最终规范化的结果。通过规范化处理,任务 1 的空间动线更为明确清楚,便于对四个样本的演变过程进行观察。

单个任务汽车空间动线规范化表格见表 1,横行为样本车,竖列为驾驶任务,空白处表示横行样本车

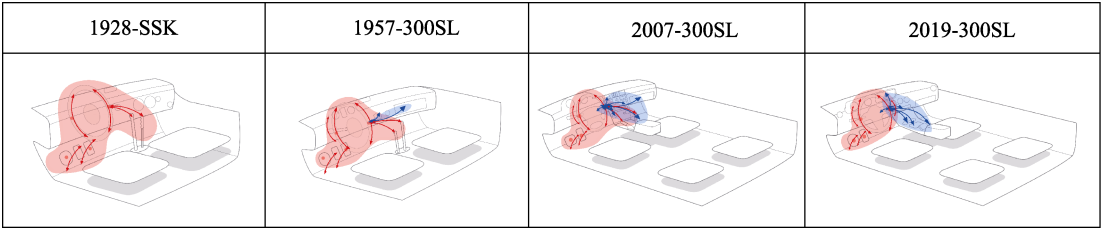


图 8 最终叠加状态  
Fig.8 Final overlay state diagram

不能完成竖列的驾驶任务。为了在二维平面中清楚地呈现三维空间中的汽车空间动线，不同任务对应的汽车空间动线在不同视图的底图上呈现。表格中主次要空间动线分别用红色与蓝色线条表示。对表 1 进行观

通过对整体动线分布图和所有单个空间动线规范图进行叠加处理得到最终叠加状态，见图 8。红色色块为主要空间动线分布范围，蓝色色块为次要空间动线分布范围。红色线条为规范化后的主要空间动线，蓝色线条为规范化后的次要空间动线。

图 8 展示了主次要驾驶任务的空间分布范围及肢体操作的具体轨迹，能够用于分析表达现有量产车中用户的驾驶行为。在概念设计项目中，能够通过预测目标用户的驾驶行为提升设计概念的产出效率和质量。因此，汽车空间动线可以作为设计信息获取与表达的工具。

5 结语

本文提出汽车空间动线的概念。通过对奔驰品牌下不同年代的四款经典车的空间动线进行获取与分析，发现了奔驰品牌不同时期汽车内空间动线的变化规律。其中数量变化规律为，主要驾驶任务数量变化相对稳定，次要驾驶任务数量显著增加；分布变化规律为主要空间动线分布范围逐渐缩小，分布区域集中化，而次要空间动线分布范围先增后减，分布区域先分散后集中。同时，获取了车内空间动线的基本表达形式，完成了对空间动线的规范化过程。

通过空间动线规范化表格可知，驾驶行为的增加、驾驶行为的整合和新驾驶行为的出现，是导致单个任务的空间动线演变的原因。在今后的设计过程中，本文提出的“汽车空间动线”可以作为辅助设计师完成设计信息获取和表达的工具。由于汽车空间动线涉及多种肢体部位操作，因此在未来的研究中，课题组将对车内乘员更多的驾驶行为及信息交互行为形成的空间动线做进一步研究，并继续探索其作为设计工具在内饰造型设计流程中的应用实践。

参考文献：

[1] YU Ming-chang, CHUN Wei-chen. Kansei Assessment of the Constituent Elements and the Overall Interrela-

tions in Car Steering Wheel Design[J]. International Journal of Industrial Ergonomics, 2016, (56): 97-105.

[2] SCHMIDT A, SPIESSL W, KERN D. Driving Automotive User Interface Research[J]. IEEE Pervasive Computing, 2010, 1(3): 85-88.

[3] 谭浩, 赵江洪, 王巍. 汽车人机交互界面设计研究[J]. 汽车工程学报, 2012, 2(5): 315-321.

TAN Hao, ZHAO Jiang-hong, WANG Wei. Vehicle Human Machine Interface Design Research[J]. Chinese Journal of Automotive Engineering, 2012, 2(5): 315-321.

[4] 诺曼·唐纳德·A. 设计心理学 2: 与复杂共处[M]. 北京: 中信出版社, 2015.

NORMAN D A. Living with Complexity[M]. Beijing: China CITIC Press, 2015.

[5] 阿德里安·福蒂. 词语与建筑: 现代建筑的语汇[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2017.

Adrian Forty. Words and Building: a Vocabulary of Modern Architecture[M]. Beijing: China-architecture & Building, 2017.

[6] 肯特·C·布鲁姆, 查尔斯·W·摩尔. 身体, 记忆与建筑[M]. 杭州: 中国美术学院出版社, 2008.

Kent C Bloomer, Charles W Moore. Body, Memory and Architecture[M]. Hangzhou: China Academy of Art Press, 2008.

[7] 原口秀昭. 路易斯·I·康的空间构成[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2007.

Hideaki HARAGUCHI. Louis Kahn no Kuukankou-sei[M]. Beijing: China Architecture & Building, 2007.

[8] 赵丹华, 顾方舟. 中国重汽卡车设计的内饰感知评价与设计品质提升[J]. 包装工程, 2017, 38(24): 37-42.

ZHAO Dan-hua, GU Fang-zhou. Perceived Evaluation and Design Quality Improvement in the Sinotruk Interior Design Cases[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(24): 37-42.

[9] 王颖. 基于人机交互仿真的驾驶次任务研究[D]. 北京: 清华大学, 2009.

WANG Ying. In-vehicle Secondary Task Study Based on Human-machine Interactive Simulation[D]. Beijing: Qinghua University, 2009.

[10] 罗威. 智能汽车空间中情境感知的主动信息服务[D]. 杭州: 浙江大学, 2008.

LUO Wei. Context-aware Information Service in Smart Car Space[D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2008.

[11] 谭浩, 张文泉, 赵江洪, 等. 汽车交互界面视觉信息显示设计研究[J]. 装饰, 2012, (9): 106-108.

- TAN Hao, ZHANG Wen-quan, ZHAO Jiang-hong, et al. Automobile User Interface Visual Information Display Design Research[J]. Zhuangshi, 2012, (9): 106-108.
- [12] 谭浩, 谭征宇, 景春晖. 汽车人机交互界面设计研究[M]. 北京: 电子工业出版社, 2015.
- TAN Hao, TAN Zheng-yu, JING Chun-hui. Automotive Human Machine Interface Design[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2015.
- [13] 谭浩, 赵颖. 智能汽车的车内周边交互体验研究[J]. 包装工程, 2018, 39(16): 1-4.
- TAN Hao, ZHAO Ying. Peripheral Interactive Experience in Intelligent Vehicle[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(16): 1-4.
- [14] 张茫茫. 基于汽车的多主体多通道交互模型研究[J]. 包装工程, 2017, 38(20): 7-12.
- ZHANG Mang-mang. Multi-agent & Multi-channel Interaction Design Based on Vehicle[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(20): 7-12.
- [15] MICHON J. A Critical View of Driver Behavior Models: What Do We Know, What Should We Do?[C]. Plenum Press, 2004.
- [16] WICKENS D, LEE JD, LIU, et al. Introduction to Human Factors Engineering[J]. 1998.
- [17] 刘学毅. 德尔菲法在交叉学科研究评价中的运用[J]. 西南交通大学学报(社会科学版), 2007, 8(2): 21-25.
- LIU Xue-yi. Delphi Technique in the Assessment of Interdisciplinary Research[J]. Journal of Southwest Jiaotong University (Social Sciences), 2007, 8(2): 21-25.
- 
- (上接第222页)
- [5] 胡孙钱. 以“动词”的设计思维设计“动态”的景观[J]. 文艺生活·文海艺苑, 2009, 7: 51.
- HU Sun-qian. Design “Dynamic” Landscape with “Verb” Design Thinking[J]. LITERARY GALLERY, 2009, 7: 51.
- [6] 张凌浩. 符号学产品设计方法[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011.
- ZHANG Ling-hao. Semiotics Method of Product Design[M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2011.
- [7] 任东红. 基于产品设计领域的动词块语义分析[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2004.
- REN Dong-hong. Semantic Analysis of Verb Groups within Products-Designing Domains[D]. Xi'an: Xidian University, 2004.
- [8] 胡钢伟. 产品设计领域基于概念内涵外延的名词与动词的语义分析[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2005.
- HU Gang-wei. A Semantic Analysis of Noun and Verb Phrase Based on Concept Intension and Extension in Product Design[D]. Xi'an: Xidian University, 2005.
- [9] 汪梦翔, 王厚峰, 刘杨, 等. 汉语动词资源馆(Chinese Verb Library)的构建[J]. 中文信息学报, 2014, 28(6): 85-94.
- WANG Meng-xiang, WANG Hou-feng, LIU Yang, et al. The Construction of Chinese Verb Library(Chinese Verb Library)[J]. Journal of Chinese Information Processing, 2014, 28(6): 85-94.
- [10] GOODMAN E, KUNIAVSKY M, MOED A. Observing the User Experience: A Practitioner's Guide to User Research[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2015.
- [11] 胡飞. 设计符号与产品语意[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009.
- HU Fei. Semiotics and Product Semantics[M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2009.
- [12] CROSS N. Designerly Ways of Knowing[M]. London: Springer-Verlag London Limited, 2006.
- [13] LEIBE B, ETTLIN A, SCHIELE B. Learning Semantic Object Parts for Object Categorization[J]. Image and Vision Computing, 2008, 26(1): 15-26.