

基于飞机客舱布局及设施造型的 PSS 设计

徐江华^{1,2}

(1. 武汉理工大学, 武汉 430070; 2. 南昌航空大学, 南昌 330063)

摘要: **目的** 为飞机客舱布局及设施造型 PSS 设计提供一种可行的研究思路与方法。**方法** 以宽体客机乘务员休息区域布局及设施造型案例为研究对象, 进行实例验证研究。**结论** 客舱设施造型的 PSS 设计不再是单一解决形态、色彩、材质、结构等基本要素问题, 无形的服务质量也作为设计的重要因素, 解决 PSS 中使用者的安全、高效、舒适、美观以及人机匹配最优化的问题。

关键词: 飞机客舱布局; 设施造型; PSS 设计

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)24-0272-07

PSS Design Based on the Layout and Facility Modeling of Aircraft Cabin

XU Jiang-hua^{1,2}

(1. Wuhan University of Technology, Nanchang 430070, China;
2. Nanchang Hangkong University, Nanchang 330063, China)

ABSTRACT: It aims to provide a feasible research idea and method for the PSS design of airplane cabin layout and facility modeling. A case study is conducted to study the layout of the flight attendants' rest area and the cases of the facilities. The PSS design of cabin facilities is no longer a simple solution to the basic factors such as form, color, material and structure. Intangible service quality is also an important factor in design. It solves the safety, efficiency, comfort and beauty of users and machine matching optimization problem in PSS.

KEY WORDS: aircraft cabin layout; modeling of facilities; PSS design

服务是人、技术和商业价值完全融合的“产物”^[1], 产品服务系统 (Product Service System, PSS) 是产品与服务的系统整合。PSS 通常分为以产品为导向、以使用为导向和以结果为导向 3 种类型^[2-3]。以产品为导向的产品服务系统, 有形的产品所有权属于消费者, 服务附加给有形的产品系统, 如提供更好的产品功能、维护与回收利用等; 以使用为导向的产品服务系统, 有形产品的所有权仍由服务供应商拥有, 采用共享、共用等形式, 增加物质产品使用率, 服务所占比重增加; 以结果为导向的产品服务系统模式是产品被服务取代^[4]。

飞机客舱布局主要分为乘客区域、乘务员服务区域与乘务员休息区域, 飞机客舱设施根据功能与用途

可分为客用设施、服务设施和应急设施。客用设施主要包括乘客座位及周围的设施等, 如乘客座椅、安全带、小桌板、机上娱乐设施、座位上方的服务面板、乘客行李架、遮光板、机载轮椅、盥洗室及设施等; 服务设施主要包括乘务员座椅、乘务员休息室、乘务员控制板、客舱照明、厨房设施、餐车、垃圾箱等; 应急设施主要包括氧气面罩、防烟面罩、手提式氧气瓶、灭火瓶、救生衣、应急照明、救生斧、急救药箱、紧急出口、紧急救生滑梯、登机门与服务舱门等。飞机客舱布局及设施造型设计应满足安全性与舒适性基本原则。根据用户与市场的需求, 建立相应的客舱布局模块库, 增强客舱布局转换的能力、缩短设计周期和降低系列化转换的成本, 达到高效率及良好的售

收稿日期: 2017-09-06

基金项目: 南昌航空大学创新创业课程改革培育项目 (KCPY1542)

作者简介: 徐江华 (1977—), 男, 湖北人, 武汉理工大学博士生, 南昌航空大学副教授, 主要从事空天产品系统设计与感性工学研究。

后服务,提高运营过程中的经济性^[5-6];客舱设施造型设计中材质、色彩、图案和肌理设计能够带给乘客美的享受与舒适的乘机体验,通过无障碍设计、人机因素对特殊乘客的关爱,体现客舱设施造型“以乘客为中心”的设计思想^[7-9]。

在满足飞机客舱适航安全的基础上,飞机客舱布局及设施造型 PSS 设计将设施产品与服务有机结合,以用户使用为中心,从有形产品向无形功能服务的转化,创造一种用户、航空公司、环境等多元化共赢的“服务”模式,是客舱布局及设施造型设计的发展趋势。

1 飞机客舱设施布局及造型 PSS 设计的方法

飞机客舱布局、设施造型 PSS 设计是有形产品与无形服务的综合集成,其设计方法主要有 PSS 绿色、PSS 模块化与 PSS 智能设计方法^[10]。

1.1 PSS 绿色设计

PSS 设计的本质是绿色、生态设计,减少物质消耗,降低对环境的影响。飞机客舱设施造型 PSS 绿色设计体现在功能、形态、结构、连接与能源利用效率上,减少材料的使用量与有害材料,提高产品的维修拆卸效率、面向循环与重新再制造、提高能源使用效率、提高产品生命周期的价值而设计:(1)多功能比单一功能的客舱设施生态效率更高;(2)减少客舱设施零部件数量,缩短拆卸时间、节省资源;(3)将主要使用功能的部件设计在容易接触的位置,优化部件拆除顺序与拆除方向;(4)设施产品使用操作和分离点明显,合乎逻辑;(5)折叠、压缩、积聚等方法减少占用空间;(6)减少客舱设施造型材料的种类,采用高强度、质轻、可循环的复合材料。

飞机客舱布局与设施造型 PSS 绿色设计主要体现在生命周期与“从摇篮到摇篮”两方面:(1)客舱设施生命周期 PSS 设计,PSS 包括产品、服务以及支撑系统,作为一个系统需要有效的管理,既包括了产品的全生命周期管理,也包括服务网络体系的管理,以此来保证能耗的最低,真正实现绿色和可持续^[11];(2)客舱设施“从摇篮到摇篮”PSS 设计,无需或尽可能地减少消耗飞机客舱新的原材料,可安全回收。民航客机上的地毯需要 3 个月更换一次,被更换的旧地毯通常焚烧或者填埋,填埋的旧地毯经过多年才能自然分解;美国波音公司和 Interface FLOR 公司合作研发的可再生客舱专用地毯,在使用寿命结束时由制造商收回,通过“闭环”式全寿命周期回收系统进行完全的回收利用,再制成新的地毯;可再生地毯被切割成方形或者长方形的地毯块,非常方便单独更换磨损或弄脏的地毯,避免制造环节中使用传统刀具进行切割,进一步降低能耗。

1.2 PSS 模块化设计

飞机客舱布局及设施造型 PSS 模块化设计是系统设计思想综合运用的一种方法,主要研究客舱设施的构成形式,用分解组合的方法,建立模块体系,并运用模块组合产品或服务系统的全过程^[12]。模块的互换性是客舱设施 PSS 设计的主要特征,通过模块功能互换与模块外形尺寸的互换来实现。PSS 模块化设计分为悬挂式模块设计、负载式模块设计、拼接式模块设计、混合式模块设计 4 种形式:(1)悬挂式模块设计,即以一个基础性的客舱设施为构造母体,通过连接其它的部件而能够达到某种功能,例如空客公司的悬挂式模块化客舱设计概念,多种客舱模块通过货舱门进行安装拆解,可以快速、灵活地更换各种如咖啡厅、健身房、儿童区、酒吧等客舱内饰模块;(2)负载式模块设计,即客舱某一产品的主体部分,利用自身提供的标准接口,采取任意组合模式能够同时接纳多个不同的功能模块,是并联式的组合,例如飞机客舱会议负载式模块空间设计,为商务乘客配置一个模块化、私密商务办公空间,设置在飞机客舱双通道的中心部位,或者是分开头等舱与商务舱的中部区域,所占位置的长度等同于一排经济舱座椅的长度,配备办公会议桌、座椅以及个人服务装置,座椅上的安全带可以在飞机颠簸的时候保护乘客,通过共享乘客所需的客舱设施,增加客舱空间的使用率;(3)拼接式模块设计,即客舱设施的几个模块组合连接,各个模块都有各自不同的功能,组合后的整体不影响各个模块的功能(见图 1),运用拼接式模块设计的方法进行客舱轮椅设计,“轮椅”+“座椅”功能的拼接式模块化设计;(4)混合式模块设计,即客舱各个标准件模块的组合,但各个模块之间建立的是网格状的交织结构,不同于拼接式模块组合的线型结构。

1.3 PSS 智能设计

人工智能是研究用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及应用系统的一门新的技术科学^[13]。飞机客舱布局及设施造型 PSS 智能设计,是融合人工智能、智慧感知、个性化设计、生态化设计等理念,达到或接近理想化的设计模式^[14]。一方面,客舱布局与设施造型 PSS 智能设计为满足乘客的个性需求、安全使用提供保障,提高服务效率与效能,为乘客提供客舱新的生活模式,现有的客舱设施将逐步发展为更高智能的交互式文化娱乐手段;另一方面,通过智能制造与数据管理平台,为客舱设施提供维修技术服务,降低成本。空中客车公司提出 2050 年未来飞机客舱概念,确定了 4 个核心需求,是 PSS 智能设计的体现:(1)乘客的安全、健康与幸福,未来概念客舱布局一个养生区域,这个区域配套丰富的维生素和抗



图1 飞机客舱座椅 PSS 模块化设计
Fig.1 Aircraft cabin seat PSS modular design

氧化剂, 情绪照明系统与芳香疗法, 座椅配有传感器和执行器促进人体内部循环, 使乘客更放松的休息; (2) 多维度客舱环境, 最显著的多维度客舱环境体现在互动区域, 运用立体投影提供全息游戏、虚拟购物和互动学习的乘机体验; (3) 客舱设施服务个性化; (4) 无间隙与移动性的服务, 个性化和无间隙移动的趋势, 体现在位于客舱尾部的智能化技术区域, 以及智能座椅生物高聚合物薄膜功能, 适应各个乘客个性空间和支持个性化的需求。

2 飞机客舱布局及设施造型 PSS 设计总体目标

飞机客舱内饰及设施产品是以使用为导向的服务系统。航空公司提供共享的客舱设施产品, 乘客在飞行过程中享有使用权与相关服务, 必然要求飞机客舱布局及设施造型设计解决 PSS 系统中使用者的效能、安全、身心健康、审美以及人机匹配最优化的问题; 既要符合人的特点, 又应考虑如何才能保证人能适合飞机客舱环境及设施安全使用的要求, 做到产品宜人、人适产品, 使人与产品之间达到最佳匹配; 飞机客舱布局、设施造型与服务的整合满足用户多样化的需求, 以人的价值为核心设计、提高产品使用率、增加航空公司收入及可持续的设计观 (见图 2)。

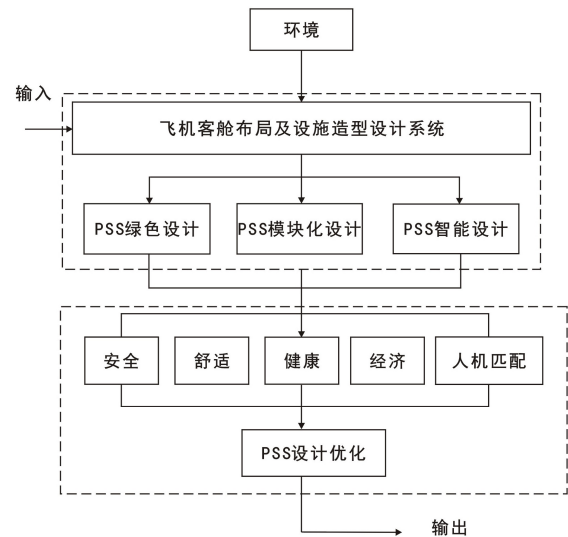


图2 飞机客舱布局及设施造型 PSS 的总体目标
Fig.2 Aircraft cabin facilities modeling PSS overall goal

3 宽体客机乘务员休息布局及设施造型 PSS 设计案例

乘务员休息室布局及设施造型 PSS 设计评价标准^[15]为: (1) 对市场进行调研分析, 寻求潜在客户实质需求与感性意向; (2) 提高客舱空间的利用率, 多种使用模式的转换; (3) 商业价值能够实现; (4) 在

封闭的客舱空间，更加需要关注整体空间高度；（5）模块化、折叠、智能等方式达到使用与收纳的效果；（6）操作使用人机匹配；（7）建立起良好的利益相关者互动。

3.1 乘务员休息室 PSS 布局设计创新

对乘务员休息区域的设计，在布局上通过 PSS 模块与模块之间组合的设计方法，结合 PSS 绿色设计理念，使用多种模式灵活组合。可折叠式床铺设计为乘务员提供更大的活动空间，从而得到更好的休息与放松，该设计也符合每趟航班的乘务员人数不固定这一特点，最大化利用了客舱使用空间；增加商务会议室模块空间，成为航空公司在市场上的有利竞争因素。通过 PSS 悬挂式模块设计，尽可能减少的定制标准件数，实现乘客最大化的个性化，构思乘务员休息室与商务会议室并存的方案，满足乘务员与乘客的意象需求^[16]。基于 PSS 乘务员休息布局设计的 3 个模块模式：（1）单一乘务员休息室模式，可以布局 8 张乘务员休息床铺，乘务员休息区域尺寸为 5850 mm（长）×5000 mm（宽）×2000 mm（高）；（2）商务会议室与乘务员休息室并存模式，乘务员休息室保留 6 张床铺，可将另两张床铺空间分割出来，组合成为两个独立的商务会议室，中间是过道，有弧度面的机身在一定程度上扩大了商务会议室的空间，乘务员休息尺寸为 3500 mm（长）×5000 mm（宽）×2000 mm（高），乘务员休息室的通道采取最小值 500 mm 为基准，商务会议室总尺寸为 2350 mm（长）×5000 mm（宽）×2000 mm（高）；（3）当航班调整不需要乘务员床铺时，折叠床设计方案可以将乘务员休息室作为放置货物空间，增加航空公司的收入（见图 3）。

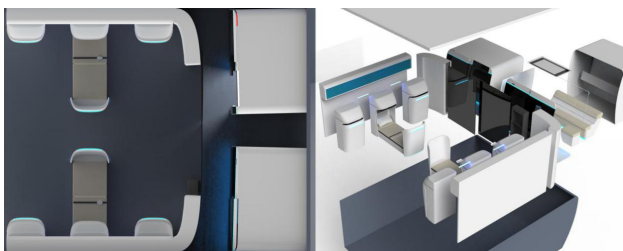


图 3 乘务员休息室与商务会议室布局设计
Fig.3 Crew lounge and business meeting room layout design

3.2 以乘务员为导向的休息室床铺造型 PSS 设计

航空公司首要任务是保障乘客在飞机客舱安全，提高客舱设施使用舒适性，同时在有限的客舱空间追求最大化的经济效益。乘务员休息室床铺造型通过 PSS 设计满足其安全性、舒适性与经济性的要求。乘务员休息室设施造型 PSS 设计以人的生理尺寸为基础，通过感性词汇定位外观与色彩意向、折叠结构设计，结合最新的材料与工艺，满足航空公司与乘务员多用途、多功能使用。

乘务员折叠床铺造型设计构思中，通过感性词汇定位在狭窄的客舱空间设施外观尽量简洁，保留大块面直线的几何造型，使其简约化、标准化、最少化、整体化和合理化，少装饰的美学观，秉承理性化及功能主义设计的思路。首先，从网页、杂志、报纸广告等收集感性词汇 112 个，研究小组依据词汇含义进行分类，选择和确定乘务员休息室床铺的形态与色彩两个方面 10 个代表性感性词汇，与形态相关的词汇及反义词：简洁—繁琐、大方—拘谨、圆润—锐利、休闲—正式、个性—大众、亲切—冷漠、轻松—压抑、流线—几何，与色彩相关词汇及反义词：亮丽—素雅、柔和—硬朗。其次，将代表性的造型设计元素进行分解，形态分为正面轮廓、侧面轮廓、长/宽/厚的比例，外形轮廓的基本形态元素可分解成直线型、曲线型、曲直结合型。最后，通过语义差异法调查消费者的感性意向，确定乘务员床铺基本形态设计元素以曲直结合，色彩以白色为主，多种颜色搭配（见表 1 和图 4）。

表 1 折叠床铺造型感性词汇分类
Tab.1 Folding bed modeling emotional lexicon classification

分类	词汇的含义	选定代表性感性词汇（包括反义词）
1	形态相关词汇（8个）	简洁（繁琐）、大方（拘谨）、圆润（锐利）、休闲（正式）、个性（大众）、亲切（冷漠）、轻松（压抑）、流线（几何）
2	色彩相关词汇（2个）	亮丽（素雅）、柔和（硬朗）

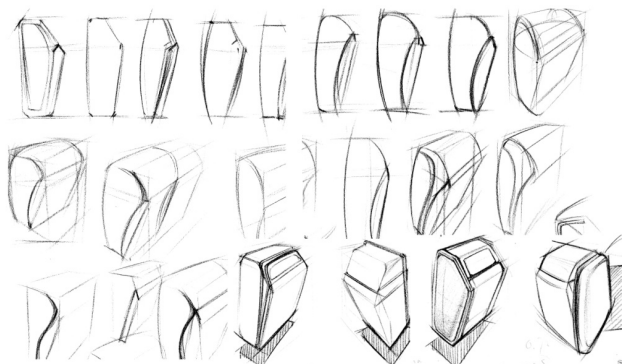


图 4 折叠床铺外观造型推敲过程
Fig.4 Folding bed appearance modeling process

PSS 绿色设计方法的乘务员折叠床铺结构设计。满足床铺使用的安全性、稳定性、舒适性与节省空间，将折叠的使用方式广泛的应用在乘务员休息室内，通过提高可分性的折叠方法让小空间变成大空间，滑轨加转轴的折叠床铺结构提高空间的利用率。乘务员折叠床铺结构上分为 3 段：前段固定，作为折叠床的折叠后的储存空间；将床铺分为床垫和支架两部分，通过固定的连接达到收纳的效果。床铺内部有可折叠餐桌、机载娱乐显示屏、阅读灯、充电插座与 USB 插

口,以及收纳私人物品储物柜等基本设施。每个乘务员床位都有可发光的编号标识,方便使用者辨认;所

有床位有一个智能控制终端,操作界面易于乘务员控制与使用(见图5)。



图5 乘务员折叠床铺设计方案

Fig.5 Crew folding bed design

参照单人床的数据标准,确定乘务员折叠床铺尺寸为:1850 mm(长)×700 mm(宽);因为床铺完全折叠以后床铺到地面的高度也会影响空间的大小,以榻榻米的高度为参考尺寸,确定高度为200 mm。根据桌面到床面的人机尺寸、参考人的不同坐姿的尺寸标准以及飞机客舱折叠餐桌的尺寸标准,确定桌面尺寸为:330 mm(长)×600 mm(宽)×350 mm(高);台灯的高度参考了照明与角度的关系分析,确定了台灯到桌面的高度为400 mm,考虑到大多数人的工作习惯是用右手,为了方便乘务员操作习惯,所以最终将台灯放置于左侧,阅读灯可以根据使用者的需要调节不同的角度(见图6)。



图6 乘务员休息室设施造型 PSS 设计方案
Fig.6 Crew lounge facilities modeling PSS design

3.3 商务会议室布局及设施造型 PSS 设计

宽体客机商务会议室设施包括:折叠沙发、控制工作台、投影仪、音响设备、耳麦、安全带以及桌板等。基于商务人群乘客中男性第95百分位,满足大多数男性乘客使用,商务会议室折叠沙发尺寸为:2000 mm(长)×450 mm(宽)×450 mm(高),折叠沙发打开以后的总宽为900 mm,靠背角度向后倾斜17°更舒适;根据人的视角和客舱空间的考虑,显示屏的尺寸为800 mm(长)×750 mm(宽);其操作台面倾斜角度17°为最佳人机视野角度。在飞机客舱设施产品的形态、色彩、装饰以及材料等元素中融入情感设计元素,可以让冷冰冰的产品也有语言表达能力,从而拉近与使用者的距离。商务会议室设施简洁、流线型的外形设计,两种颜色区分了不同材质,增加产品层次感;分析定位商务人群严谨、稳重与高效等特点,商务会议室选用黑、灰、蓝3种颜色,黑、灰色为主色调简洁大方,蓝色贯穿整个空间,营造出科技蓝的氛围(见图7)。

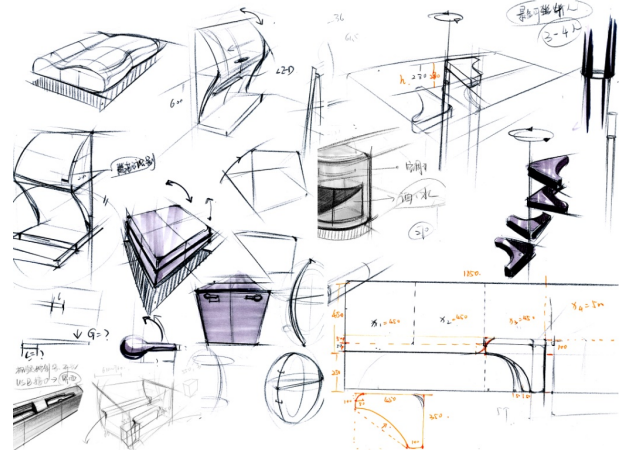


图7 商务会议室设施造型草图设计方案
Fig.7 Business meeting room facilities modeling sketch design

商务会议室 PSS 设计，空间与功能最大化的利用，集工作与休息一体化，可以满足乘客多种模式个性化的需求。功能上可以作为视频会议室，满足 4 位乘客召开小型会议，也可满足商务人士在独立的空间连接地面开视频会议的需求；配备无线耳机，防止飞机的噪声太大影响会议讨论，也可保护会议谈话的私密性，同时不干扰他人。商务会议室内的沙发由两部分组成，分割出合理尺寸的桌板，桌板与沙发连接，不需要时将桌板提升旋转 180° 以后可以多出 2 个座位，当桌板放下时与沙发保持一个平面，乘客躺在沙发上休息不会觉得空间太拥挤；沙发上设有安全带，防止飞机颠簸时对乘客的伤害。在舱壁上安装 LED 屏可以全息投影舷窗外的风景，缓解乘客在封闭空间的恐惧感；在商务会议室的门上装有一款曲屏显示装置，沙发两侧分别配置有音响设备，在沙发一侧有操控界面台，可以控制整个房间的电器开关；在控制台下是一个小储存箱，箱体分为两部分，上半部分的打开方式是上下升降，内置无线耳机等，下半部分的打开方式是抽拉式，装有酒水饮料以及杯子提供给乘客使用（见图 8）。



图 8 商务会议室设施造型 PSS 设计方案

Fig.8 Business meeting room facilities modeling PSS design

4 结语

为了验证宽体客机乘务员休息室及设施造型 PSS 设计结果的科学性、艺术性与经济性，从网络上选择现有大型客机空客 A380、波音 747 的乘务员休息室布局及设施造型设计图片，选择了 5 名客舱内饰设计研发技术人员、5 名乘务员，以及 5 名商务乘客作为测试对象进行测试，测试结果表明，运用 PSS 设计方法的设计方案被选择率最高，选择频率为 61.7%。飞机客舱布局及设施造型 PSS 设计，不再是单一解决功能需求、形态、色彩、材质、结构等基本要素问题，把产品的服务质量作为设计的重要因素，将可持续发展作为远景目标，从全生命周期的角度实现产品价值的最大化，通过功能最大化实现效益最大化。

参考文献：

- [1] 金青, 张忠. 智能产品的工业服务设计研究[J]. 工业技术经济, 2016, 277(11): 93.
JIN Qing, ZHANG Zhong. Intelligent Product Industry Service Design Research[J]. Industrial Technology Economy, 2016, 277 (11): 93.
- [2] TUKKER A, TISCHNER U. Product Services as a Research Field: Past, Present and Future Reflections from a Decade of Research[J]. Journal of Cleaner Production, 2006, 14(17): 1552—1556.
- [3] WILLIAMS A. Product Service Systems in the Automobile Industry: Contribution to System Innovation[J]. Journal of Cleaner Production, 2007, 15(11/12): 1093—1103.
- [4] 楚晓东. 服务设计研究中的几个关键问题分析[J]. 包装工程, 2015, 36(16): 113.
CHU Xiao-dong. Analysis of Several Key Problems in Service Design Research[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(16): 113.
- [5] 徐剑. 民用飞机客舱布置方法研究[J]. 科技信息, 2012(28): 435.
XU Jian. Civil Aircraft Cabin Layout Method Research [J]. Science and Technology Information, 2012(28): 435.
- [6] 卫晓武. 支线飞机客舱布局设计的发展趋势[J]. 装备制造技术, 2012(7): 317.
WEI Xiao-wu. Development Trend of Plane Cabin Layout Design[J]. Equipment Manufacturing Technology, 2012(7): 317.
- [7] 赵雯. 飞机客舱内饰设计中材质设计的探究[J]. 科技信息, 2013(18): 445.
ZHAO Wen. Aircraft Cabin Interior Design Material Design[J]. Science and Technology Information, 2013 (18): 445.
- [8] 宋婧. 商用飞机的客舱无障碍设计研究[J]. 民用飞机设计与研究, 2015, 119(4): 61.
SONG Jing. Commercial Aircraft Cabin Accessibility Design Research[J]. Civil Aircraft Design and Research, 2015, 119(4): 61.
- [9] 冯振安. 民用飞机特殊座椅设计研究[J]. 包装工程, 2009, 30(9): 132.
FENG Zhen-an. Civil Aircraft Special Seat Design Research[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(9): 132.
- [10] 顾新建. 产品服务系统理论和关键技术探讨[J]. 浙江大学学报, 2009, 43(12): 2240.
GU Xin-jian. Discussion on the theory and Key Technology of Product Service System[J]. Journal of Zhejiang University, 2009, 43(12): 2240.
- [11] 李小聪. 面向产品服务系统的产品设计策略研究[J]. 现代制造工程, 2012(1): 90.
LI Xiao-cong. Study on Product Design Strategy for Product Service System[J]. Modern Manufacturing

- Engineering, 2012(1): 90.
- [12] 童时中. 模块化原理设计方法及应用[M]. 北京: 中国标准出版社, 2000.
TONG Shi-zhong. Modular Principle Design Method and Application[M]. Beijing: China Standard Press, 2000.
- [13] 李屹. 认知网络中的人工智能[M]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2014.
LI Yi. Cognitive Network of Artificial Intelligence[M]. Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications Press, 2014.
- [14] 李浩. 面向服务的产品模块化设计方法及其展望[J]. 中国机械工程, 2013, 24(12): 1692.
LI Hao. Service Oriented Product Modular Design Method and Its Prospects[J]. China Mechanical Engineering, 2013, 24(12): 1692.
- [15] 孟颖. 高校学生公寓洗衣机产品服务系统设计探析[J]. 包装工程, 2014, 35(14): 34.
MENG Ying. College Student Apartment Washing Machine Product Service System Design[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(14): 34.
- [16] 邝俊生. 基于感性工学的产品客户化配置设计[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2007, 19(2): 178—179.
KUANG Jun-sheng. Design of Customer Customization Based on Perceptual Engineering[J]. Journal of Computer Aided Design & Graphology, 2007, 19(2): 178—179.