

MR技术与航空徽章设计相集成的创新研究

马菡婧, 张鑫雨

(西安工程大学, 西安 710048)

摘要: **目的** 借助MR技术应用展示途径探索航空徽章设计, 为未来航空徽章设计的发展提供新的传播方式和设计手段。**方法** 通过剖析航空徽章的数字化发展现状、MR技术, 以及MR技术与航空徽章设计集成的可行性, 以此为依托进行论证。**结果** 基于MR技术的应用支撑, 设计了一款在移动设备上使用的应用小程序, 其操作便捷且灵活有趣, 实现了MR技术与航空徽章设计相融合的交互建构, 让航空徽章设计以新的展示形式实现虚实交互, 并提出未来的应用趋势。**结论** 在MR技术加持下的航空徽章设计, 能够辐射更广泛的受众群体, 提高设计效率, 升级沉浸式互动体验, 为扩充MR技术应用领域、增强航空徽章设计多维度的感知力, 提供了具有示范意义的经验和模式。

关键词: 混合现实技术(MR); 航空徽章设计; 虚实交互

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2023)04-0035-08

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.04.005

Innovative Research on the Integration of MR Technology and Aviation Badge Design

MA Han-jing, ZHANG Xin-yu

(Xi'an Polytechnic University, Xi'an 710048, China)

ABSTRACT: The work aims to explore the aviation badge design through the application and display methods of MR technology, so as to provide new communication methods and design techniques for the future development of aviation badge design. By analyzing the digital development status of aviation badge, MR technology, and the feasibility of integrating MR technology with aviation badge design, a demonstration was carried out. Based on the application support of MR technology, a mini program applied on mobile device was designed, which was convenient, flexible and interesting in operation. Thus, the interactive construction of MR technology and aviation badge design was realized. Then, the aviation badge design realized virtual-real interaction in a new display form and the future application trend was put forward. With the support of MR technology, aviation badge design can benefit a wider range of audience, which improves design efficiency, upgrades immersive interactive experience, and provides exemplary experience and model for expanding the application field of MR technology and enhancing multi-dimensional perception of aviation badge design.

KEY WORDS: mixed reality technology (MR); aviation badge design; virtual-real interaction

元宇宙赛道的出现, 迸发了一系列虚拟与现实交互的AR、VR、MR、XR技术, 令快速扩张的数字世界和物质世界深度交织。徽章作为航空设计领域不可或缺的重要组成部分, 其设计和展现形式都需要借助新的数字力量, 与MR混合现实技术(Mixed Reality)相融合, 为航空徽章设计提供新的传播契机。通过数

字技术进行设计实践, 使传统徽章设计在MR技术下进行创新设计并拓展应用价值。

1 航空徽章设计的数字化发展现状

航空领域包括三大板块: 航空制造板块、军用航

收稿日期: 2022-10-05

基金项目: 陕西省教育厅2022年度科研计划项目(一般专项)(22JK0090, 2022HZ1174); 陕西省哲学社会科学重大理论与现实问题研究(一般项目)(2022ND0134)

作者简介: 马菡婧(1989—), 女, 硕士, 讲师, 主要研究方向为艺术设计。

通信作者: 张鑫雨(1998—), 女, 硕士生, 主攻艺术设计。

空板块和民用航空板块。航空制造板块是航空事业的基础。主要制造各种供军用航空、民用航空使用的航空器。军用航空是一个国家国防力量的重要组成部分,是执行空中军事任务的航空活动。民用航空则是与人民生活联系最为紧密的航空活动,体系庞大,包括航空运输与通用航空两大部分^[1]。目前航空徽章设计应用最多的领域是军用航空和民用航空,且种类繁多,单就军用航空中的空军来说,自1918年世界上第一支独立的空军成立起,作为兵种识别标识的徽章就已出现,从图1一战时期法国王牌飞行员勒内·保罗·丰克(René Paul Fonck)身上所佩戴的帽徽、领章、肩章、胸章等,可以看出航空徽章设计发展的历史进程及重要性。而民用航空徽章大多以机务员、乘务员、飞行员徽章及各种纪念章居多,由此可以看出航空徽章设计发展的多样性及应用的广泛性。

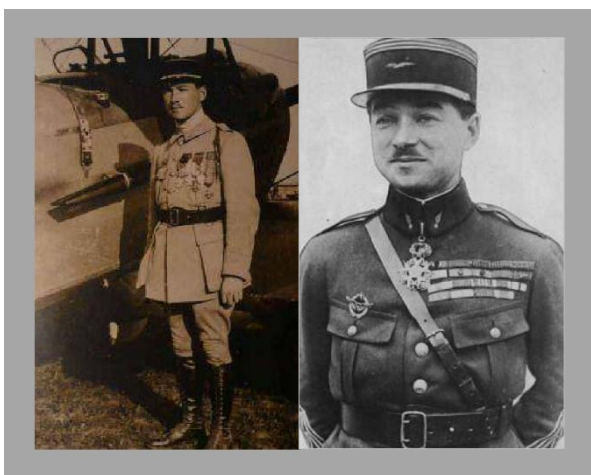


图1 一战时期法国王牌飞行员勒内·保罗·丰克
Fig.1 French ace pilot René Paul Fonck during World War I

在数字时代背景下,让数字化技术在民用航空的徽章设计中率先乘势而起,徽章是身份和职业的象征,航空制服上的徽章更是代表着民航人的职业精神、荣誉和使命感,2022年厦门航空联合时藏平台,推出发行了名为《厦门航空职业人徽章》的3款航空数字版权藏品,分别为图2的机务员数字徽章、图3的乘务员数字徽章、图4的飞行员数字徽章,这三款徽章分别代表着“安全”“服务”和“飞行”,机务员、乘务员及飞行员的专业态度和技术,展示了民航的优良传统和作风,更是为每一次飞行任务保驾护航,既有时尚感又赋予了航空职业文化新的意义。机务员数字徽章以维修工具、航空发动机为主要设计元素,表现机务员严谨细致、精益求精的工匠精神。乘务员数字徽章以厦门航空乘务员制服为主要设计元素,呈现优质、贴心、专业的服务精神。飞行员数字徽章以厦门航空飞行员制服为主要设计元素,体现他们严格执飞、意志坚定的职业精神。这是数字化赋能民用航空、成功推动航空徽章设计与数字化技术深度融合的,一

次全新的交互体验尝试,为航空徽章设计在数字化领域的深耕打下了坚实的基础,也为航空徽章设计在MR技术领域的应用提供了参考依据^[2-4]。



图2 机务员数字徽章(藏品为3D形象)
Fig.2 Digital badge of crew (3D image in collection)



图3 乘务员数字徽章(藏品为3D形象)
Fig.3 Digital badge of flight attendant (3D image in collection)



图4 飞行员数字徽章(藏品为3D形象)
Fig.4 Digital badge of pilot (3D image in collection)

2 MR技术与航空徽章设计相融合的应用优势

2.1 MR技术概述

随着5G网络和通信技术的高速发展,增强现实(AR技术)、虚拟现实(VR技术)和混合现实(MR技术)迭代出现,图5将这三项技术进行立体化、多维度的对比分析,其中MR技术是AR技术和VR技术的进阶,MR技术可将使用者所处的现实环境全部数字化,并保证在MR环境中仍能看到真实世界,这三项技术完美地将真实的物理世界与虚拟的数字世界打通。用数字技术模拟产生三维的虚拟世界,为用户提供身临其境的体验,其中代表性的数字输出设备包括Oculus Rift、HTC Vive等^[5]。

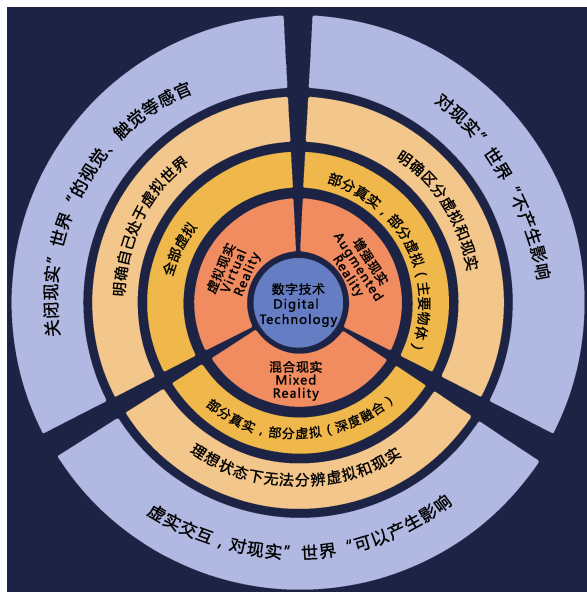


图 5 增强现实 (AR 技术)、虚拟现实 (VR 技术) 和混合现实 (MR 技术)
 Fig.5 Augmented reality (AR), virtual reality (VR) and mixed reality (MR)

MR 技术又叫混合现实技术 (Mixed Reality), 它是 AR 技术和 VR 技术的混合升级 (见图 6), 通过在现实环境中引入虚拟场景信息, 合并现实世界与虚拟世界, 从而产生具有增强用户体验真实感、实时互动性和构想性等特点的全新可视化环境^[6]。MR 技术是多技术的组合, 不仅提供新的观看方法, 还提供新的输入方法。随着 MR 技术产品在工业、教育、展览、建筑、医疗等领域的不断应用, 使用者可以有多次的体验, 可轻松提高现实世界中看到虚拟人物的频率^[7]。总体来说, VR 技术更适用于专业培训与娱乐产业, AR 技术更适用于工作辅助, MR 则更适用于大众的日常生活, 因此也为 MR 技术在航空徽章设计中的应用提供了良好的契机^[8]。



图 6 MR 技术 ≈ VR 技术 + AR 技术
 Fig.6 MR technology ≈ VR technology + AR technology

2.2 MR 技术与航空徽章设计相融合的可行性分析

2.2.1 展示方式具有直观性

MR 技术最多的应用场景就是展览和展示。以中

国国际航空航天博览会, 简称中国 (珠海) 航展或珠海航展为例, 上百种航空航天装备被制作成形式多样、独具特色的徽章在展会进行发放, 但由于参展商众多, 官方不会将所有参展商具体发放徽章的种类、式样、数量和时间提前公布, 需要“航空迷”们时刻蹲守展会, 通过各自的“消息渠道”收藏部分自己喜爱的徽章, 让“航空迷”们在每届珠海航展后总是留有遗憾, 在展会结束后, 这些设计精巧、具有纪念意义及价值的徽章, 不能让无法前去参展的“航空迷”们或是大众看到, 官方也不会再做统一的展示发布, 令人感到甚是可惜。如果与 MR 技术相结合, 官方可以设计相应的小程序, 在展会开始前让所有参展商各自上传将要发布的徽章, 在展会当天官方将所有的徽章进行统一发布, 通过 MR 技术虚实结合的呈现方式, 观众使用移动设备扫描小程序进入界面, 让各类航空徽章在不同场景中随意切换展示, 浏览者可直观地看到各类徽章详细的背景信息及设计信息, 令交互式的全息可视化内容给观众带来强烈的视觉冲击。在展会后官方可以高效地统计出浏览大数据, 将数据保留并发送给各参展商, 以便来年参展商为大众带来更好的徽章设计作品^[9]。

2.2.2 信息传递具有多元性

每一个航空徽章设计的背后, 都蕴藏着深厚的文化价值与超凡的美学思考, 所传递出的信息能量极具传播价值, 以中国人民解放军空军飞行等级证章为例, 从 2012 年 8 月 1 日起, 空军飞行员、海军航空兵、陆军航空兵身着礼服和常服时, 都要统一佩戴飞行等级证章。大多数国家的飞行人员都配有等级证章。飞行等级证章是飞行人员的飞行等级凭证, 象征着荣誉、责任与使命。从证章的设计组成元素可以传递出“八一”五角星、盾牌、鹰翅、长城、橄榄叶花环、专业符号和等级信息 (见图 7)。“八一”五角星象征共产党领导的人民军队; 盾牌象征保卫力量; 鹰翅象征着飞行; 长城象征中华民族坚固的国防; 橄榄叶花环象征为和平而斗争的决心, 此外徽章中还包含了体现飞行员综合能力的飞行等级信息, 特级、一级、二级、三级分别用“T、1、2、3”表示, “FX”代表飞行部队。各国飞行员们时常会出席范堡罗航展、巴黎航展、莫斯科航展等世界级航展交流活动, 各国飞行员几乎都要佩戴飞行等级证章或其他代表国家具有象征性含义的徽章参展, 飞行员们也会在展会中相互常服交换徽章, 用自己特有的方式交流。MR 技术的加入, 可以让各国航空徽章在虚拟空间中实现多维信息的展示, 并且快速了解各个国家和民族的文化内核和情感、飞行员身份信息等内容, 可以增强文化认同感, 提升互动性, 实现跨时空信息传播, 无论是军用航空还是民用航空都可以保留丰富的航空徽章数字资源^[10]。

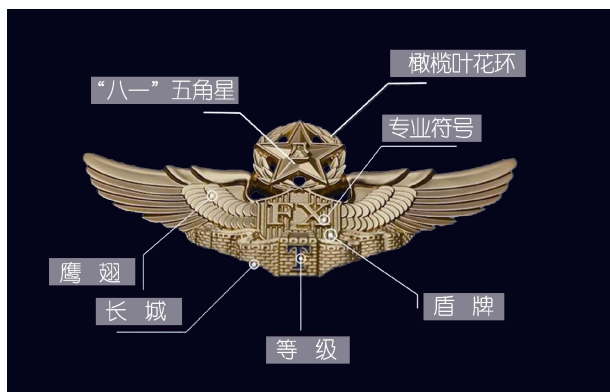


图7 飞行等级徽章
Fig.7 Flight class badge

2.2.3 交互体验具有丰富性

航空徽章早期多以烤漆或珐琅工艺为主,近年来随着航空徽章设计形式的多样性和工艺选择的丰富性,平面徽章和立体徽章被广泛应用。在设计内容方面,都将最新的装备图案与文化蕴含其中,表现设计的独有性,突出意识的主动性,运用其特色元素表达对航空领域的美好愿景,并借助透叠、重复、错位等构成方式进行设计,展示形式也不仅仅局限于二维空间或三维空间^[11]。航空徽章归根到底是一种信息传达的方式,是与用户交流的渠道,借助MR技术可将这种交流方式变得更为有效和便捷,航空徽章作为信息传达的载体,所能表达的信息极度有限,观者甚至不知道其设计背后所蕴含的深层意义,信息传递具有局限性。MR技术的介入可以实现多感官交互,通过数字化收藏、展览等模式,用户可将徽章与真实场景实时结合起来,不仅可以呈现出徽章在真实场景中的应用效果,也可以在此基础上融入多感官的互动体验^[12]。让用户在欣赏徽章的同时,直观地了解到徽章设计背后所蕴含的文化寓意,以及在不同场景下的交互应用,先行预览其实景展示效果。MR技术与航空徽章设计相融合的形式不仅丰富了交互体验形式,还使航空徽章的科普价值得到有效提高。

3 MR技术与航空徽章设计相集成的创新应用

MR技术通过全息影像技术将虚拟场景与真实世界相互交融,增强用户的信息获取能力,提高不同时空场景的实时互动能力^[13]。航空徽章是小众的设计对象,它所面对的用户针对性较强,基于此特点,MR技术无疑是创新航空徽章设计的最佳切入点。微信小程序具有无需下载随时可用、跨平台适配和线上线下融合的特点,同时小程序开发速度快、体验流畅、效率高,相比电脑网页与手机APP更便捷,在解决MR技术与航空徽章设计表现形式的问题方面具有明显优势^[14]。

3.1 创新设计规划

在具有国际影响力的珠海航展上,在大众印象中关于航空航天领域的展示总是官方、正式且严肃的,但在每届珠海航展上却可以看到其生动可爱、具有亲和力的另一面,那就是每届的“换徽章”活动,各式航空徽章通过在展会现场只收集交换、不买卖的形式,让“换徽章”这一具有交流属性的“硬通货”成为每届展会最传统、最“出圈”、最受瞩目的活动,通过这种十分有效的宣传展示途径,不仅可以调动大众对于航空航天知识的兴趣,还可以让大众了解我国最新的航空航天装备,增强国人的自豪感,扩大中国国际航空航天装备在国际上的影响力。然而,在2022年珠海航展中可以发现,还有很多参展商无法设计出具有自身特色的徽章,并且徽章设计渠道也比较狭窄,展示形式也非常单一,由此可见将MR技术融入航空徽章设计中的必要性。

为实现MR技术与航空徽章设计相集成的目标,增加用户高效、便捷、多维的体验感,以微信小程序平台为依托,以功能为导向,设计一款集MR技术展览、徽章设计定制、MR设计成品展示、MR体验购买为一体的微信小程序,将小程序设计分为展览馆、专属定制、商城和“我的”四大板块(见图8)。展览馆模块可以对民用航空徽章、军用航空徽章和历年航展徽章进行MR展示与介绍,使用户在沉浸式体验的同时,可以了解到更多与航空相互关联的知识,便于大众进行浏览与查阅。专属定制模块是本次小程序设计的重点模块,用户可在该模块设计企业及个人的专属徽章,开拓个性化、定制化、艺术化的徽章设计渠道,在设计完成后,还可以将手机摄像头置于不同的现实场景,生成MR效果展示图,预览设计效果。商城模块分为新品推荐和纪念章选购两部分,为用户提供官方的购买渠道,避免出现求购无门的情况,在专属定制模块设计的产品也可以在此进行购买,实现一站式服务。在“我的”模块中,可查询订单详情、地址信息、DIY设计记录等,便于设计修改及历史记录查询。用户可以借助此平台在航空知识学习、航空徽章创意设计等方面,具有独一无二的一站式体验服务。

3.2 互动体验构建

小程序中关于互动体验方面的内容主要设置在专属定制板块,如图9是专属定制板块的界面展示,这部分的构建简化了徽章设计的步骤,使更多的用户可以参与到设计之中,将用户对于航空领域的热爱用设计的形式表现出来,也为更多航空部门提供了正规的徽章设计平台。用户可跟随界面的引导,从选择徽章外形、徽章主体素材开始,先构建徽章的风格和整体构造,例如选择军旅、民俗文化或时尚等风格,

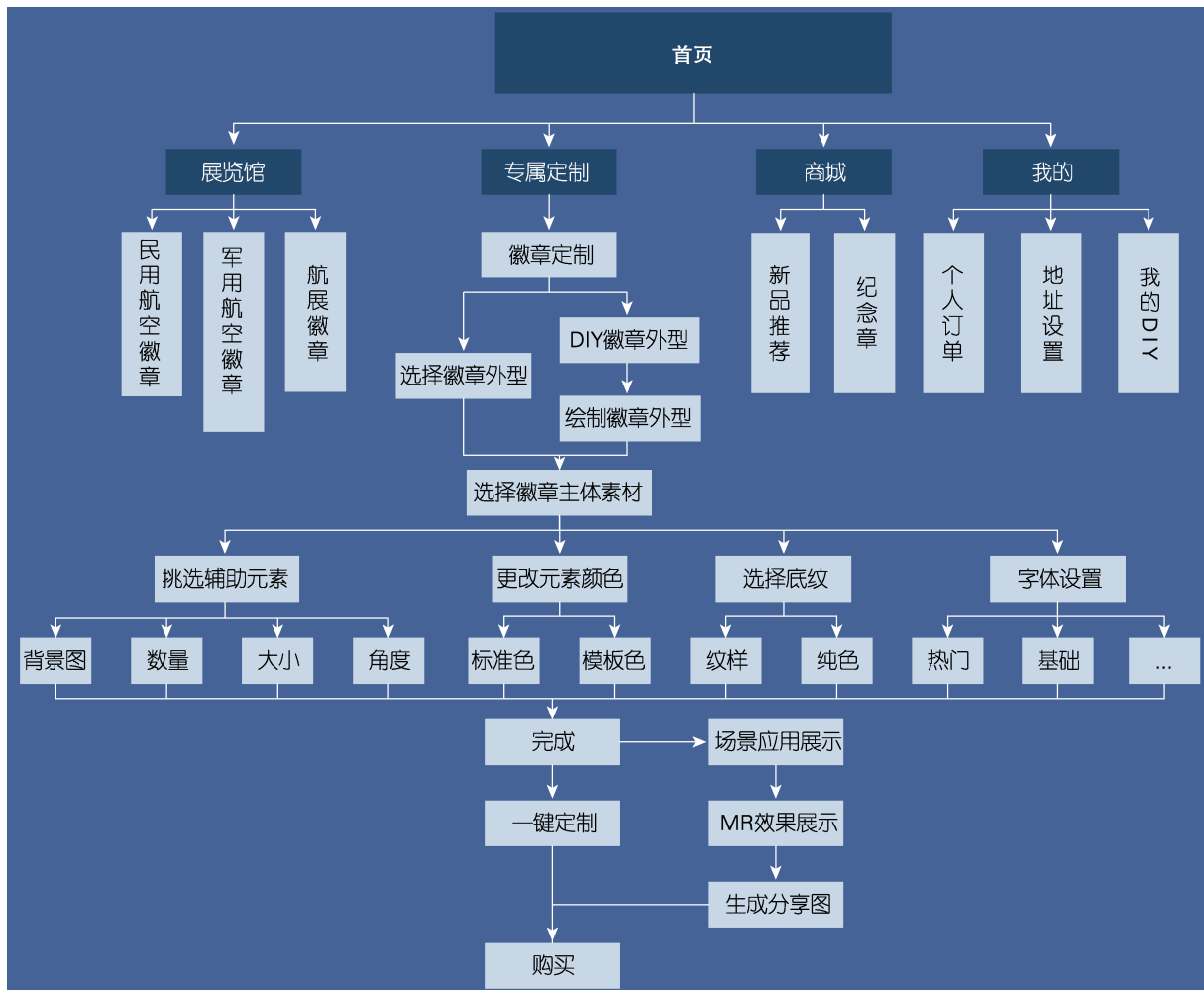


图 8 微信小程序流程图
Fig.8 WeChat applet flow chart

下一步细化到挑选徽章的辅助元素、更改元素颜色、选择徽章底纹、字体设置等，每一步都有明确的文字指导，每个板块中的功能完善，可满足用户对徽章设计的多种需求，实现了全面个性化定制服务，在设计完成之后可选择 MR 效果进行展示，提升用户对航空徽章设计的“四层”体验，即感觉层、功用层、互动层、认同层。其中感觉层可丰富用户对航空徽章的感知体验，包含了视觉、听觉、触觉，其中最重要的是视觉体验，可以通过徽章的色彩、构图、造型来吸引用户的视觉感知，用听觉和触觉体验予以相互配合并补充，在用户进入徽章的 MR 技术展示部分，可以运用背景音效、语音解说的方式更多地了解航空知识，用语音讲解各种徽章素材所代表的不同文化含义。功用层则更多地表现为数字化体验，通过 MR 技术令徽章以实景化进行呈现，同时在小程序的构建中包含商城模块，购买徽章不仅是为了消费的快乐，其背后更多地承载着一段关于消费者和航空之间的美好回忆。互动层则是消费者与产品或场景的双向交流，在小程序中体现为个性定制航空徽章设计，用户可跟随页面指导设计出自己的专属徽章，操作界面方便快捷，还可进行保存分享，并在不同的应用场景予以切换展

示。认同层是指徽章对用户心理层面的文化体验创造，通过将徽章设计赋予新面貌、新形式的途径，令用户切身感受到航空知识的多样性和航空装备的先进性。

3.3 创新应用呈现

在小程序中专属定制板块的呈现方式分为两种，一种为一键定制下单（待设计作品线上完成之后的实物呈现）；另一种为借助 MR 技术的实景呈现。在实景呈现部分可以通过图片的方式将徽章置入场景的合适位置，通过拖动线框的方式对徽章进行调节，也可通过摄像头的方式使虚拟场景和真实世界产生互动，借助 MR 技术将徽章展示于各种应用场景中，便于用户直观地感受到徽章的应用效果，并能及时对徽章进行微调，MR 技术的应用可简化平面向三维的转化步骤，无需生产即可实时呈现应用展示，直观地看到徽章应用于不同场景的效果，增强其互动性、真实性和体验性。图 10 展示的是将设计好的徽章借助 MR 技术实时展示在飞行员服装上的效果，这种方式能直观地感受到徽章色彩、构图和材质能否跟飞行员服装相匹配。如图 11 所示，是将徽章实时展示在飞机外

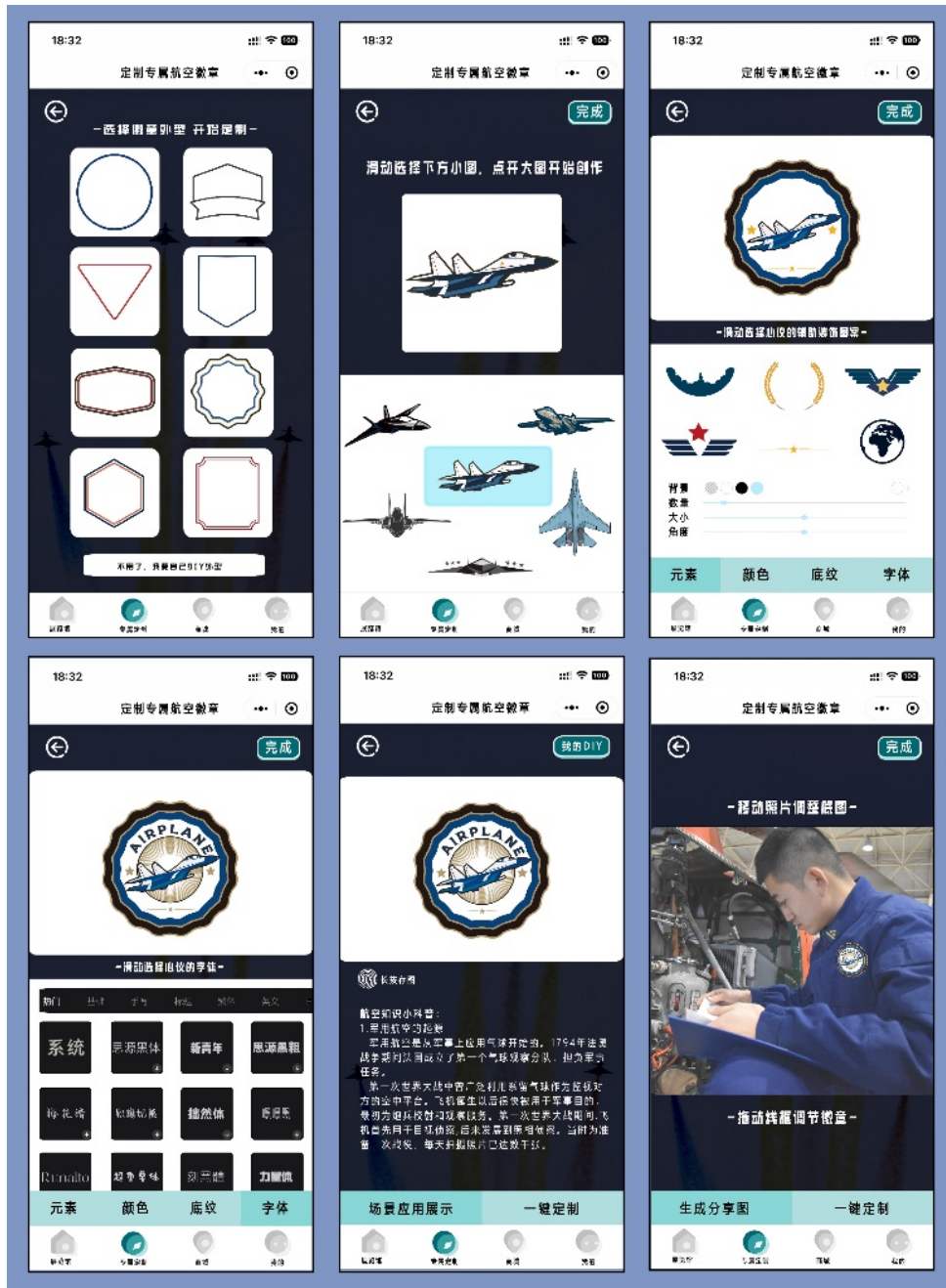


图9 小程序“专属定制”界面展示

Fig.9 Display of "Exclusively Customized" interface in applet



图10 徽章应用于飞行员服装
Fig.10 Badge applied in the flight suit



图11 徽章应用于飞机
Fig.11 Badge applied on the aircraft

观上的效果,飞机喷涂耗时且工程量大,通过这种方式可以有效减少污染,并能对徽章的设计方案进行及时修改。

4 MR技术与航空徽章设计相集成的应用趋势

MR技术在虚拟世界、现实世界和用户之间搭建起一个信息沟通的桥梁。如今的MR技术处在高速通道上,在室内设计领域,MR技术可将用户代入房屋空间中,使其摆脱空间的束缚,室内设计方案更具准确性。在医疗领域,MR技术可模拟真实手术场景便于医学生进行大量的预备练习,可以有效节约医疗资源、减少医疗事故的发生。在传统基建领域,MR技术可模拟复杂的施工环境便于新工人快速适应环境,降低事故率。MR技术在多个领域都已得到实际应用,但在徽章设计领域的应用相对欠缺,因而进行了MR技术引领徽章设计在航空专业领域、文化传播领域、国际交流领域以及产业推广领域进行多元化快速发展的研究与展望^[15]。

4.1 航空专业领域的应用

MR技术与航空徽章设计的集成是一个具有创新性的设计想法,力图通过数字技术的发展推动航空徽章设计的传播力度。因航空专业领域的设计体量较大,航空专业领域的徽章多被应用于军机、民机等大型装备及配套的服装等产品上,借助MR技术可将设计好的航空徽章直接应用在航空装备上,从实景展示效果中随时发现设计问题,并及时进行相应的调整,减少设计实践中人力、物力以及财力的浪费。

4.2 文化传播领域的应用

航空徽章的发展可提高航空知识的普及率,通过航空徽章设计及展示等多种形式,既能及时展现航空领域的最新发展情况,又能吸引大众的关注。MR技术的出现使徽章的表现形式更加多样化,数字徽章的产生有力地促进了航空知识的传播,其与时俱进的创新形式可以牢牢地抓住大众喜欢追求新鲜事物的心理。一枚航空装备徽章的出现,以其独特的造型、丰富的色彩以及精美的质感能给大众带去多感官的体验,与此同时,再配以科普性的文字加以解释,潜移默化地传播航空知识,既能增强大众文化自信又能提高大众文化认同感。

4.3 国际交流领域的应用

航空徽章的设计水平代表着国家航空装备的软实力,航空徽章中出现的各种航空装备图形,体现了航空领域专家们的杰出成果,航空徽章的设计不仅要保证造型的美观,更要具有一定的文化输出和实力展现。在国际交流中,通常会以交换国家特有的标志物

作为一种友好关系的表达,这个物品可以是徽章、瓷器、文创产品、字画等类型。MR技术与航空徽章相融合,可延展出一系列的数字徽章,突破距离和空间的限制进行国际交流,输出软实力以树立大国形象。

4.4 产业推广领域的应用

航空领域分为不同的类型,有军用航空、民用航空、航空装备设计、航空装备制造等方面,但是不同的类型如何区分,大多数人却难懂其中奥义,因此可利用MR技术展示方式的多样性,借助徽章的传播形式,通过多角度对航空领域进行全面普及,将徽章作为一个媒介增强不同产业之间的交流,并帮助产业进行推广和宣传,促进经济发展,推动产业的转型升级。

5 结语

数字技术的更迭发展,推动了不同领域的转型升级,设计领域依托数字技术的发展不断融合创新,将传统徽章设计与新兴的数字技术相结合,以开创全新的徽章设计新时代。借助小程序的构建,将航空徽章设计流程化、简单化、全民化、国际化,推动航空徽章设计进一步发展,以MR技术多感官、直观化的信息传递方式,呈现“虚实结合,实时交互”的徽章实景呈现模式。MR技术的应用,扩展和丰富了航空知识的传播形式,增加了徽章的生命价值,使徽章从单一的静态形式向多维化交互形式转变,达到科技与艺术跨学科交融的新形态,赋予徽章设计新的“生命力”与“活力”。

参考文献:

- [1] 王晓慧,王佳雨,赵凯,等. 航空航天虚拟装配培训情境下的情感交互设计[J]. 包装工程, 2022, 43(2): 10-16.
WANG Xiao-hui, WANG Jia-yu, ZHAO Kai, et al. Emotional Interaction Design in Aerospace Virtual Assembly Training[J]. Packaging Engineering, 2022, 43(2): 10-16.
- [2] 黄树昊,冯雨晴,孙青丽. 互动式景观中的科技——VR与MR技术在景观设计中的运用分析[J]. 中国建筑装饰装修, 2022(24): 56-58.
HUANG Shu-hao, FENG Yu-qing, SUN Qing-li. Technology in Interactive Landscape—Analysis on the Application of VR and MR Technology in Landscape Design[J]. Interior Architecture of China, 2022(24): 56-58.
- [3] ZHANG Zhen-liang, LI Yue, GUO Jie, et al. Vision-Tangible Interactive Display Method for Mixed and Virtual Reality: Toward the Human-Centered Editable Reality[J]. Journal of the Society for Information Display, 2019, 27(2): 72-84.
- [4] AROMAA S, VÄÄTÄNEN A, AALTONEN I, et al.

- Awareness of the Real-World Environment when Using Augmented Reality Head-Mounted Display[J]. *Applied Ergonomics*, 2020, 88: 103145.
- [5] KAPLAN A D, CRUIT J, ENDSLEY M, et al. The Effects of Virtual Reality, Augmented Reality, and Mixed Reality as Training Enhancement Methods: A Meta-Analysis[J]. *HUMAN FACTORS*, 2021, 63(4): 706-726.
- [6] 陈威泽. 基于场景理论的大运河诗路文化数字文创产品体验设计研究[D]. 杭州: 浙江工商大学, 2022.
CHEN Wei-ze. Research on Experience Design of Digital Cultural and Creative Products of the Grand Canal Poetry Road Culture Based on Context Theory[D]. Hangzhou: Zhejiang Gongshang University, 2022.
- [7] 金晓明, 吴成浩. 基于VR/AR实感交互设计的八大山人纪念馆视觉导览研究[J]. *包装工程*, 2019, 40(6): 87-93.
JIN Xiao-ming, WU Cheng-hao. Visual Guidance Innovation of Eight Shanren Memorial Based on VR/AR Realistic Interaction Design[J]. *Packaging Engineering*, 2019, 40(6): 87-93.
- [8] 黎少. 数字经济语境下的岭南文创包装 AR 应用研究[J]. *包装工程*, 2022, 43(22): 350-358.
LI Shao. Application of AR Technology in Lingnan Cultural Creative Packaging Design in Context of Digital Economy[J]. *Packaging Engineering*, 2022, 43(22): 350-358.
- [9] ZHU Ye, WANG Chong. Study on Virtual Experience Marketing Model Based on Augmented Reality: Museum Marketing (Example)[J]. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022, 2022: 2485460.
- [10] BATTISTONI P, DI GREGORIO M, ROMANO M, et al. Interaction Design Patterns for Augmented Reality Fitting Rooms[J]. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 2022, 22(3): 982.
- [11] 许力, 邹勤. AR 技术下的海报设计创新实践研究[J]. *包装工程*, 2019, 40(10): 22-26.
XU Li, ZOU Qin. Innovation Practice of Poster Design under AR Technology[J]. *Packaging Engineering*, 2019, 40(10): 22-26.
- [12] 张伊倩. 基于 MR 技术的互动体验式儿童安全座椅展示设计研究[D]. 镇江: 江苏大学, 2022.
ZHANG Yi-qian. Research on Interactive Experiential Child Safety Seat Display Design Based on MR Technology[D]. Zhenjiang: Jiangsu University, 2022.
- [13] 于浩淼. 小学生力学科普教育 APP 设计实践与研究[D]. 杭州: 浙江理工大学, 2022.
YU Hao-miao. Practice and Research on APP Design of Mechanics Science Popularization Education for Primary School Students[D]. Hangzhou: Zhejiang Sci-Tech University, 2022.
- [14] XU Ying, NEO T K, HEW SOON H. Interaction Design of Educational App Based on Collaborative Filtering Recommendation[J]. *Advances in Meteorology*, 2022, 2022: 1-8.
- [15] MONGE ROFFARELLO A, DE RUSSIS L. Understanding and Streamlining App Switching Experiences in Mobile Interaction[J]. *International Journal of Human-Computer Studies*, 2022, 158: 102735.

责任编辑: 马梦遥

(上接第8页)

- [14] SUN Mu-zi, SHI Min-yong, HAN Hong-lei. Contour Extraction and Vectorization Algorithm for Paper-Cut Pattern[C]//2016 4th Intl Conf on Applied Computing and Information Technology/3rd Intl Conf on Computational Science/Intelligence and Applied Informatics/1st Intl Conf on Big Data, Cloud Computing, Data Science & Engineering (ACIT-CSII-BCD). Las Vegas, NV, USA. IEEE, 2017: 342-347.
- [15] ZHOU Yu-ping, LIU Xiang, LIN Ming, et al. Research on the Gene Generation Technologies of Hainan Li Brocade Patterns Based on Graphic and Image Technology[C]//2016 8th International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics (IHMSC). Hangzhou, China. IEEE, 2016: 339-342.
- [16] WEI Li-xin, YU Zhang. Research on the Key Technologies of Ceramic Pattern Design System[C]//2014 Fifth International Conference on Intelligent Systems Design and Engineering Applications. Hunan, China. IEEE, 2014: 871-875.
- [17] NASRI A, BENSLIMANE R. Parametric Shape Grammar Formalism for Moorish Geometric Design Analysis and Generation[J]. *Journal on Computing and Cultural Heritage*, 2017, 10(4): 1-20.
- [18] CHAU H H, MCKAY A, EARL C F, et al. Exploiting Lattice Structures in Shape Grammar Implementations[J]. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing*, 2018, 32(2): 147-161.
- [19] 殷晓晨, 刘勇, 王娜, 等. 肌理韵律的参数化实现[J]. *包装工程*, 2022, 43(6): 176-185.
- [20] YIN Xiao-chen, LIU Yong, WANG Na, et al. Parametric Realization of Texture Rhythm[J]. *Packaging Engineering*, 2022, 43(6): 176-185.
- [21] ALEJANDRA B, JUAN B, MIGUEL C, et al. Generic Generative Design Systems to Imprint Personalities in Consumer Products Preliminary Results[C]. Gothenburg: the 21st International Conference on Engineering Design (ICED17), 2017.
- [22] 高峰, 焦阳. 基于人工智能的辅助创意设计[J]. *装饰*, 2019(11): 34-37.
GAO Feng, JIAO Yang. Artificial Intelligence Aided Creative Design[J]. *Art & Design*, 2019(11): 34-37.

责任编辑: 马梦遥