

极寒条件下航空机务服数字化设计应用研究

马瑜^{1,2}, 李翠翠², 李珩³

(1.江南大学, 江苏 无锡 214100; 2.西安工程大学, 西安 710048;

3.航宇救生装备有限公司, 湖北 襄阳 441100)

摘要: **目的** 研究服装数字化技术在航空机务服设计中的应用。**方法** 运用文献研究法、案例分析法及实验法, 对航空机务服数字化设计应用研究的相关情况进行概述, 研究服装数字化技术在航空机务服设计中应用的可行性及其优势。**结果** 以航空机务服设计过程为例, 证实服装数字化技术适用于工作服的定制化设计生产, 将在研究航空机务服设计各环节的基础上, 进行设计模块的数字化技术研究。**结论** 随着人们对服装设计生产过程的数字化、自动化、智能化的需求不断增长, 服装二维及三维的相关数字化技术也渐趋成熟。服装数字化技术在工作服定制化服务中具有良好的发展前景, 通过服装数字化技术设计的极寒条件下的工作服能够满足航空机务员的需求, 保障了航空机务员户外工作的顺利开展, 进而维护了航空的飞行安全。

关键词: 航空机务服; 数字化; 极寒条件

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2023)04-0043-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.04.006

Application of Digital Design of Aviation Mechanics Clothing under Extremely Cold Conditions

MA Yu^{1,2}, LI Cui-cui², LI Heng³

(1.Jiangnan University, Jiangsu Wuxi 214100, China; 2.Xi'an Polytechnic University, Xi'an 710048, China;

3.Aerospace Life-Support Industries Co., Ltd., Hubei Xiangyang 441100, China)

ABSTRACT: The work aims to study the application of clothing digital technology in the design of aviation mechanics clothing. Literature research method, case analysis method and experimental method were used to summarize the situation related to the application research on the digital design of aviation mechanics clothing to study the feasibility and advantages of the application of clothing digital technology in the design of aviation mechanics clothing. With the design process of aviation mechanics clothing as an example, it was confirmed that the clothing digital technology was applicable to the customized design and production of mechanics clothing, and the digital technology of the design module was studied based on the research of each link of aviation mechanics clothing design. With the growing demand for digitalization, automation and intelligentization of the clothing design and production process, the digital technology related to two-dimensional and three-dimensional clothing is also becoming mature. The clothing digital technology has a good prospect of development in the customized service of mechanics clothing. The mechanics clothing designed by the clothing digital technology under extremely cold conditions can meet the needs of aircraft maintenance staff and guarantee the smooth development of the outdoor work by aircraft maintenance staff, thus maintaining the flight safety of aviation.

KEY WORDS: aviation mechanics clothing; digital; extremely cold conditions

收稿日期: 2022-10-20

基金项目: 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); 陕西省教育厅2022年度科研计划项目(一般专项)(22JK0090, 2022HZ1174)

作者简介: 马瑜(1985—), 女, 博士生, 副教授, 主要研究方向为艺术设计。

通信作者: 李翠翠(1995—), 女, 硕士生, 主攻艺术设计。

随着中国民航的国际地位不断提升, 民航在安全、规模、效率、服务等方面成效显著。对民航运输企业而言, 离不开航空机务员这样的专业技术型人才的支撑。一套合体舒适的机务服能够确保航空机务员在极寒环境中开展工作时的安全性, 也可以让航空机务人员在保证工作效率的前提下, 全身心地投入到工作中去。根据前期调研显示, 机务人员的工作服存在着岗位分类混乱、结构设计不合理、舒适性较差、功能性缺失等问题。在设计中引入数字化技术能够更好地解决机务维修工作服的问题, 并且能够提高服装设计制作的效率。由于传统的机务服设计制作过程比较繁杂, 需要设计师、打版师、样衣师等人制作样衣, 在试穿样衣后还要进行反复修改。而落实在工作服制作上, 还需要航空机务人员反复对定制的工作服进行试穿修正。这种需要大量返工的工作服设计制作流程无疑是烦琐辛苦的。三维虚拟服装技术对服装真实的物理属性、外观属性的模拟, 使服装设计不再局限于艺术化的平面设计图, 逐渐演变为能较准确反映真实服装着装效果的 3D 模型。服装设计生产制作方式随着数字化服装技术的发展变得更加智能化, 服装设计制作在不断简化制版流程, 摆脱对传统制版的依赖, 逐渐从二维设计图纸向三维多方位可视化展示转变^[1]。因此, 本文以极寒条件下航空机务服设计作为研究切入点, 利用服装数字化技术, 针对极寒条件下工作服的特性, 拓宽极寒条件下工作服的设计方法, 提升工作服的舒适性、合体性, 提高工作服设计制作的效率, 以补充服装数字化技术在极寒条件下航空机务服领域研究的不足。

1 概念阐述

1.1 极寒条件

我国国土辽阔, 气候差异巨大, 尤其是冬季时间更长、气温更低的北方极寒地区, 极端环境严重影响航空机务员的身体健康水平。我国寒冷地区主要包括东北、华北和西北地区, 这些地区自然地理情况复杂、气候多变^[2]。根据气象专业定义的“寒冷程度等级表”, 见表 1, 将寒冷分为八级, 极寒为“寒冷程度

表 1 寒冷程度等级表
Tab.1 Cold degree scale

编号	变量	等级	温度
1	极寒	一级	-40 ℃ 以下
2	酷寒	二级	-30~-39.9 ℃
3	极寒	三级	-20~-29.9 ℃
4	大寒	四级	-10~-19.9 ℃
5	小寒	五级	-5~-9.9 ℃
6	轻寒	六级	0~-4.9 ℃
7	微寒	七级	0~4.9 ℃
8	凉	八级	5~9.9 ℃

等级表”中最寒冷的一级。以我国最北地区来说, 寒冷期为 7 个月, 最低气温达到 -40 ℃, 属于等级表里的一级, 因此在进入极寒季节后, 机务员在这种条件下开展工作, 面临着巨大的挑战, 见图 1。



图 1 极寒条件下正在作业的航空机务工作人员
Fig.1 Aircraft maintenance staff working in extremely cold conditions

1.2 航空机务服

航空机务员是保障飞机飞行安全的技术型人员。极寒条件下航空机务服就是机务维修人员在工作上班时穿着的工作服, 其主要的目的在于保证机务维修人员能够在嘈杂、极寒的工作环境下顺利完成任务, 根河市敖鲁古雅机场的机务人员服饰, 主要以厚外套和工装裤为主, 见图 2—3。航空机务服是集功能性与企业文化于一体的服饰, 不仅是一个企业文化的集中展示, 更是一个企业管理水平和文化程度的体现。一套具有保暖功能性以及舒适性的工作服能够使机务维修人员在极寒条件下保护自身安全, 全身心地投入工作, 保证工作效率和飞行员的飞行安全。



图 2 根河市敖鲁古雅机场机务员
Fig.2 Aircraft maintenance staff at Aoluguya Airport, Genhe City



图 3 中国军用机务服
Fig.3 Chinese military mechanics clothing

1.3 服装数字化设计技术

1.3.1 服装二维数字化技术

服装数字化技术以二维数字化技术以及三维虚拟仿真技术为主。服装二维数字化技术主要是指服装 CAD 系统。目前这个系统是服装行业应用最为广泛、技术最为成熟的二维服装数字化应用系统^[3]。服装 CAD 系统主要功能有款式设计、制版、推板、排料、裁剪、工艺单设计、款型管理、电子商务与管理系统等。除此之外,随着现代科学技术的发展,服装 CAD 制版系统也朝着智能化方向发展,还具有参数化设计、自动放码、联动修改、自动打板等智能化功能。

1.3.2 服装三维虚拟仿真技术

三维虚拟仿真技术如三维人体建模技术、三维虚拟试衣及展示技术等,可用于人体与服装的三维仿真动静态穿着效果的展示,同时,借助自定义素材库还可以完成服装的数字化设计与呈现,传统的设计制作过程非常耗时,需要专业的时装设计知识。为了开发一种合身的衣服以满足客户的个人需求,设计师必须依靠“试错”程序,直到客户满意为止,三维服装技术能够改变这一现状^[4]。CLO3D 是一款被广泛应用于服装设计的数字化服装平台。该平台能够创建目标人群的 3D 人体模型,能够在线查看和调整服装效果图和款式图,同时具有强大的人体模型虚拟缝制裁片功能以及仿真面料质感、垂感功能,通过 3D 试穿对服装的适合度进行检测和分析,最终渲染出服装展示的动态或静态效果。CLO3D 服装虚拟设计平台,能够帮助服装设计师快速实现设计构思。

1.4 数字化技术在极寒条件下航空机务服设计中的作用

相较于温度适宜地区的航空机务服,极寒地区的航空机务服对工作服的功能性要求更高,在设计中引入服装数字化技术,有利于工作服设计方法的扩展,使工作服功能性结构能够被顺利实现,让航空机务人员能够在极寒天气中顺利开展工作,在极寒条件下,服装数字化技术有利于工作服舒适性与合体性的提升,服装数字化技术能够准确模拟测量与调整工作服的贴合度,同时有利于提高工作服设计生产的效率,避免了传统的服装设计流程以及在极寒环境中反复对版的环节,见图 4。

1.4.1 机务服设计方法的拓展

服装数字化技术拓宽了工作服的面料、版型、展示方式等设计因素的边界,真正实现从平面二维设计转向三维设计。从面料层面来看,软件中自带的面料素材可以满足基本的工作服样衣的制作,面料属性的自由调节功能保障了工作服的真实性,从而减少了制作样衣面辅料的使用,节约了成本。从版型层面来看,由于设计制作的各环节均会对同一款服装有不同

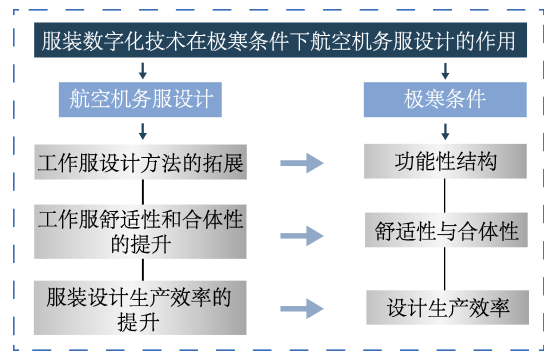


图 4 作用逻辑图

Fig.4 Function logic diagram

的解读或设计师设计的服装合理性不足,导致设计师与版师的沟通十分困难,设计的理念无法传达到位。软件的参数化打版功能提高了版型的精度,能够很直观地传达出设计师的想法,从而解决了沟通困难的问题,使一些功能性结构的设计想法能够顺利被实现。从效果图展示层面来看,设计师可以借助三维软件对服装进行建模,设计出与现实服装几乎完全相同的服装模型,并且能呈现服装的多个角度,打破了传统的设计思维,提高了服装设计的创造力。

1.4.2 机务服舒适性和合体性的提升

机务服是航空机务人员在极寒条件下工作时穿着的服饰,因此服装穿着的舒适性和合体性是保证航空机务人员工作效率的关键,也是检验服装品质的重要标准。服装数字化技术可以通过输入虚拟试戴测量的数字服装压力来快速自动预测服装的贴合度^[5],并根据评估结果对工作服的合体度进行调整,使在虚拟环境中模拟的虚拟服装的合身性和舒适性与现实制作出来的服装贴合度完全契合^[6],通过服装数字化技术,能够提升服装的合体度和舒适度。

1.4.3 服装设计生产效率的提升

由于传统的工作服设计过程较为复杂,而且耗时耗力耗材,所以在设计和制作服装的效率上都会受到影响。通过服装数字化技术,设计师能够实时对极寒条件下工作服的版型、面料、颜色进行修改以及调整服装的合体性,建模功能还能够创造出真实样衣穿着的效果,从而减少物料的使用,降低制作样衣的试错成本,促进服装设计生产效率的提高。

2 关于航空机务工作服的调研

2.1 航空机务工作服案例分析

日本航空(JAL)2019年7月23日发布了第11代制服,其中涵盖了乘务员、飞行员、地面服务人员、机务人员以及机坪勤务人员,见图5。维修员和货站员工的工作服由日本迪桑特设计,雨具和防寒用具由Mont-bell设计,11代制服在外观以及内层设计上均提升了工作服的功能性和舒适性。日本的大型航空公

司都热衷于废旧工作服的再利用,注重机务维修工作服的可持续发展。全日空航空公司启动了一项新举措,由于维修师的工作服需要承受高强度的操作,因而由此制作的手袋质地结实耐用,所以将飞机维修师的废旧工作服加工成托特包或单肩包进行出售。根据报道,该商品在当地非常受欢迎,见图6。



图5 日本航空第11代制服
Fig.5 JAL 11th generation uniform



图6 废弃工作服制作的产品
Fig.6 Products made from discarded mechanics clothing

中国东方航空股份有限公司在2008年发布了全新的机务工作服,见图7。新的东航机务工作服与旧款相比有了较大的提升:一是款式更加新颖大方,有利于展示机务人奋发向上的精神风貌;二是全棉牛津纺面料的采用,同时兼具透气性和舒适性;三是款式更加丰富,共有三种款式,春秋装、夏装和冬装。新制服设计了多功能口袋,在外套上设计了反光背心,实现了一衣多穿的功能性。



图7 中国东方航空股份有限公司机务工作服
Fig.7 Mechanics clothing of China Eastern Airlines

通过案例分析可知,在极端的工作环境中,通常会使用防风防雨防寒的特殊面料,功能性和舒适性是设计师在设计过程中首要考虑的因素,其次才是美观性。

2.2 极寒条件对航空机务员的影响

在外界温度常低于 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的北方极寒地区,如果航空机务人员长时间在如此恶劣的环境下工作,将存在极大的安全隐患。当人体长时间处于低温环境中,就会产生不舒适的症状,比如呼吸急促、心率加快、头痛、身体麻木等生理反应,还会出现感觉迟钝、注意力不集中以及心情不佳等心理反应^[7]。对极寒条件下的航空机务员来说,由于受到极寒、风沙、日光辐射等各项因素的作用,在工作中容易出现错误的同时,身体健康也受到了威胁,所以航空机务人员在从事户外作业时,开发设计一种在低温环境下能保证人身安全、提高工作效率的工作服是非常必要的。

3 航空机务服数字化设计实践

3.1 机务服设计原则

机务服,顾名思义就是工作时所穿着的服装,是企业统一为员工定制的衣服,它代表着企业的形象及文化,因此在设计上需要遵循一定的原则。在设计上需要根据航空机务员的工作特性、工作环境、工作行为习惯等因素进行考虑,并考虑极寒、狂风、雨雪等极端气候条件的影响,在极寒条件下的工作服一般由外层、中间层以及内层缝合而成,外层面料需要具有防水、防风、防油、耐磨等特点,而中间层是保暖的关键,需要填充一定的絮状物进行保暖,内层则需要具有柔软帖服的特点^[8]。航空机务服既要穿着舒适,又要便于活动、伸展自如,还需要兼顾造型的时尚性。

3.1.1 保暖功能性

服装的保暖功能性是指当环境温度较低时,工作服能够对人体进行保温,通过工作服产热和吸热的方式来阻止人体内热量的流失,从而提升保暖效果^[9]。工作服蓄热保暖性能的好坏与多种因素有关,如纺织品的纤维成分、面料的组织结构、厚度、紧密度,以及制作工艺等。传统的接缝工艺包括:过锁和平锁以及粘合膜,粘合膜产生的接缝厚度会比其他方法薄得多,而平锁接缝由于缝合密集,会影响服装的舒适性与保暖性^[10]。服装面料是保证工作服保暖性的主体,因此在工作服设计过程中,可以适当增加防寒服絮填料的填充量来提升工作服的保暖性,并且选择较厚实的面料。

3.1.2 安全舒适性

人体在寒冷的环境中,热量会随着时间的推移慢慢流失,从而导致人体的舒适度逐渐下降^[11],生物研究表明,人的工作效率通常在舒适的情况下较高,因此工作服的舒适性对提高工作效率极为重要。服装的

合体性以及服装压力等因素都会影响工作服的舒适性。由于航空机务员工作的特性, 经常会有运动幅度较大的动作, 应在关节曲线幅度较大的地方设置合理的松量, 比如背部、腋下、裆部、膝盖等处, 使工作服更加舒适。此外, 服装太重会对航空机务员的工作产生影响, 通过在人体曲率变化较大的部位设计合理的服装结构, 可以减小服装对人体产生的压力。

3.1.3 时尚美观性

航空机务服的美观性是极寒条件下工作服设计的次要要素, 在满足工作服功能性、舒适性和规范性的条件下, 应满足航空机务员的审美需求, 使工作服兼具审美性与实用性。

3.2 航空机务服设计要素

3.2.1 面料选择

在极寒条件下航空机务服的面料选择包括外层面料、中间层面料和内层面料三部分。防寒工作服在极寒环境下对材料的要求是非常严格的, 大风会增加人体热量的流失, 进而降低衣物在极寒环境下的保温效果。工作服的外层面料, 为了达到更好的防风性能, 通常会选择组织紧密、手感厚实的面料, 同时还要具备防油、防污、防水的功能。由于极寒地区对工作服防风性能要求较高, 为了提升面料的防风性, 其外层面料通常会进行特殊的涂料工艺处理。另外, 对于具有防水透湿功能面料的需求也较多, 防水透湿的面料能够及时排除人体因出汗产生的湿气, 并且还能防止雪水以及大雨侵入人体, 以此提高服装的舒适感^[12]。然而, 外层面料经过涂料工艺处理之后, 会使面料的透气性下降, 人体活动过后的汗液就不能被及时排出, 人体会产生闷湿感, 进而导致航空机务员的舒适性下降。当人体内部在产热和散热达到相对平衡状态时, 才会感觉舒适^[13]。

服装的中间层要解决外层面料由于涂料工艺所导致的透气性差的问题。由于极寒条件下航空机务人员的工作负荷都比较重, 因此服装中间层面料的性能要求为舒适、轻便和保暖。在保证工作服保暖性的同时, 应尽可能降低服装的重量。在目前的填充絮料市场, 羽绒是防寒服的主要填充絮料^[14]。然而, 羽绒填充物的吸湿性较差, 并不适用于极寒地区的航空机务服。而羊毛纤维具备较好的吸湿与保温效果, 并且羊毛属于天然纤维, 具有轻薄、保暖、易护理的特性^[15], 能够满足工作服舒适、轻便且保暖的要求。中国最大的羊毛防寒服生产基地榆林, 有着“中国羊毛防寒服名城”之称^[15-16], 并且多次在冬博会上展现了“榆林羊绒”的匠心制造, 见图 8。榆林羊毛絮片的防风保暖性能能够最大化地增加航空机务服的舒适性。羊毛絮片是影响工作服保暖性的重要因素。不同的羊毛材质及填充工艺, 都会影响工作服的保暖性。绗缝工艺能够保证絮片的保暖性, 羊毛絮片的填充密度越大, 保

暖性就越好。



图 8 2022 国际冬季运动会 (北京) 博览会
“榆林羊绒”大秀

Fig.8 "Yulin Cashmere" Show at the 2022 International Winter Games (Beijing) Exposition

在极寒条件下工作服的内层材料与人体接触最为密切, 因此内层面料在功能上主要强调亲肤、舒适、散热等特性, 在保证贴肤舒适的同时, 能够及时排出人体活动后产生的热气。

在极寒条件下, 服装外层、中间层以及内层的面料都要满足防风、保暖、舒适的特性, 具体可以根据各层的需求来选择相对应面料, 见表 2。

表 2 面料需求表
Tab.2 Fabric requirements

编号	工作服面料分层	面料特性
1	外层	防风、防水、防污、防油
2	中间层	保暖、吸热、透气、舒适
3	内层	亲肤、舒适、散热

3.2.2 款式设计

服装款式是根据航空机务人员对工作服的结构需求进行设计的, 其设计必须符合工作服的设计原则, 工作服的款式需满足航空机务员在停机坪户外作业时的穿着需求。根据航空机务人员的极寒工作环境、工作需求习惯对工作服的款式结构进行设计, 设计出极寒条件下航空机务服的设计草图, 见图 9。

在连体服设计上, 极寒条件下连体服的服装覆盖率能够满足机务人员对保暖的需求, 使行动更加便利, 还可以防止皮肤冻伤。连体服不同于上下装分离的套装, 在极寒环境下, 能够维持人体的体温平衡^[17], 保护腹部和腰部不被冻伤, 增加穿着的实用性, 满足机务人员的穿着需求。

在上衣设计上, 以翻领夹克为主, 航空机务人员

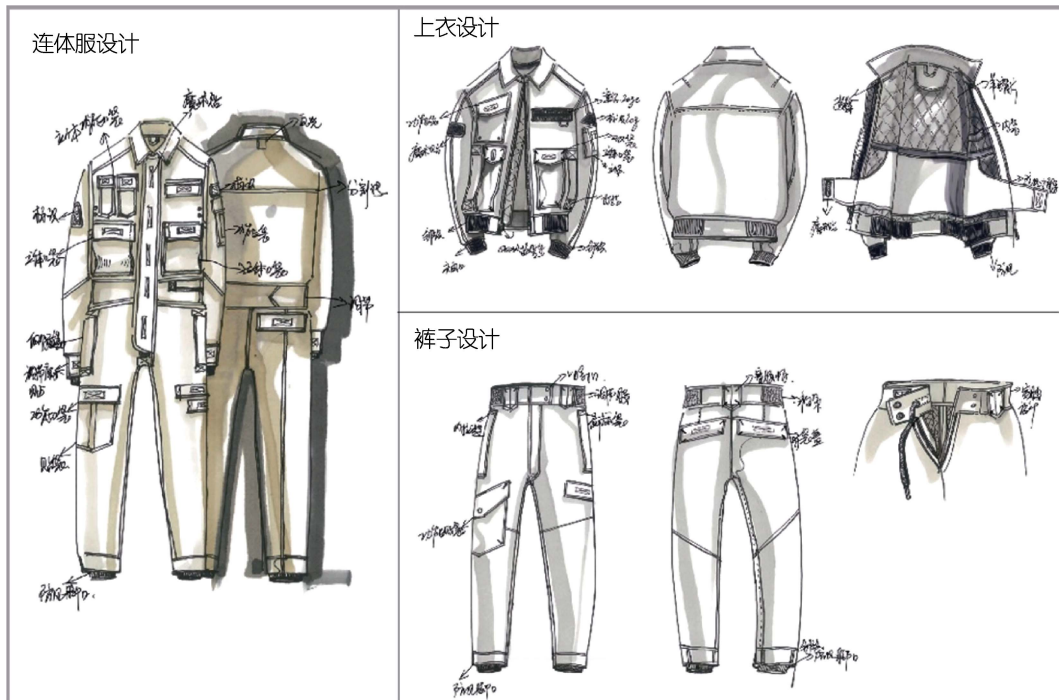


图9 航空机务服设计草图
Fig.9 Design sketch of aviation mechanics clothing

工作时装备较多,因此极寒条件下工作服的口袋设计需满足航空机务员放置随身物品的需求。外层设计了多功能口袋,方便取物放物。门襟结构为全拉链双门襟,全拉链双门襟可方便服装穿脱,拉链内防风门襟可避免拉链与人体接触产生冷感,从而起到保暖和防风的效果,在内层结构设计上,为了增加保暖性与舒适性,在内里设计了针织弹性功能性的防风护腰。

在工装裤设计上,通过对人体出汗图谱的需求分析可知,小腿供热功能最弱,是人体最需要保暖的部位,因此,在裤子的内里设计了羊毛絮片的绗缝,裤子的松紧绑带可以在内里的腰头进行调节,从而增强防风性。在外层设计了多功能口袋,裤脚采用了防风针织脚口,富有弹性,穿着时袜子能够包住脚口,保证了裤口的保暖性。

在连体服、上衣外套、裤子的内胆设计上,均使用了陕西省榆林地区的羊毛絮片,并采用了内里绗缝工艺,由于羊毛纤维具有缩绒特性,导致装有羊毛絮片的工作服不便于清洗,反复清洗会导致工作服变形,所以在内胆设计上,在保证工作服保暖性与舒适性的前提下,通过增加拉链来实现可拆卸式内胆,从而增加实用性。

3.2.3 色彩搭配

色彩在工作服上的应用主要体现在服装的美观性、防护性和等级性三方面。航空机务服用于特定环境,其色彩的防护性应高于色彩的美观性和等级性。根据蒙赛尔色彩体系(见图10),航空机务服在色彩上应采用具有耐脏能力的深蓝色和灰色,并搭配视觉效果较强且具有防护警惕性的银色反光条,增强航空

机务员的安全性,从而实现工作服功能性与时尚性的统一,见图11。

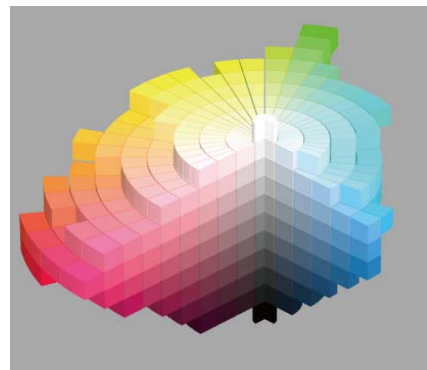


图10 蒙赛尔色彩体系
Fig.10 Munsell color system

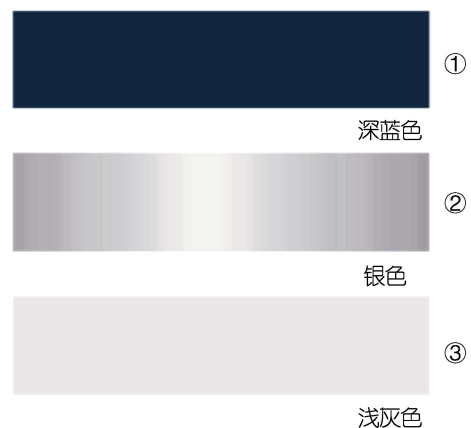


图11 色彩搭配
Fig.11 Color palette

3.3 数字化设计方案说明

通过对极寒条件下机务人员工作服面料、款式和色彩三个方面的需求分析, 为极寒条件下航空机务服的设计研究与实践验证提供了理论基础。在此

基础上, 极寒条件下机务服的设计必须要满足功能性、舒适性和美观性, 最终设计出满足航空机务人员保暖、透气和运动舒适需要的工作服, 效果图展示见图 12。



图 12 航空机务服设计效果图
Fig.12 Design rendering of aviation mechanics clothing

4 结语

本次设计以极寒地区航空机务人员为研究对象, 研究设计航空机务服, 将功能性、舒适性、美观性的设计理念融入设计中, 最终的目的是通过设计, 尽可能解决航空机务人员在极寒条件下进行户外作业遇到的实际问题, 给他们的工作带来便捷。在设计的过程中, 借助服装数字化技术, 研究虚拟服装技术在工作服设计领域的应用, 扩展工作服设计的思路与方法, 提高工作服设计生产的效率以及工作服制作的精度, 促进服装数字化技术在工作服设计领域的发展, 为极寒地区的机务服设计提供了新的设计思路。

参考文献:

- [1] 雷鸽, 李小辉. 数字化服装结构设计技术的研究进展[J]. 纺织学报, 2022, 43(4): 203-209.
LEI Ge, LI Xiao-hui. Review of Digital Pattern-Making Technology in Garment Production[J]. Journal of Textile Research, 2022, 43(4): 203-209.
- [2] 王泽军, 王艾平, 杨天, 等. 寒冷环境下科学着装的基本策略研究[J]. 解放军预防医学杂志, 2020, 38(5): 7-9.
WANG Ze-jun, WANG Ai-ping, YANG Tian, et al. Research on Basic Strategies of Scientific Dressing in Cold

- Environment[J]. Journal of Preventive Medicine of Chinese PLA, 2020, 38(5): 7-9.
- [3] 张恒. 基于 3D 数字化服装纸样设计平台的创新应用[J]. 纺织导报, 2016(8): 82-84.
ZHANG Heng. Innovative Applications of 3D Digital Garment Pattern Designing Platform[J]. China Textile Leader, 2016(8): 82-84.
- [4] LIU Kai-xuan, ZENG Xian-yi, BRUNIAUX P, et al. 3D Interactive Garment Pattern-Making Technology[J]. Computer-Aided Design, 2018, 104: 113-124.
- [5] LIU Kai-xuan, WU Han-han, ZHU Chun, et al. An Evaluation of Garment Fit to Improve Customer Body Fit of Fashion Design Clothing[J]. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2022, 120(3): 2685-2699.
- [6] TAO Xu-yuan, CHEN Xiao, ZENG Xian-yi, et al. A Customized Garment Collaborative Design Process by Using Virtual Reality and Sensory Evaluation on Garment Fit[J]. Computers & Industrial Engineering, 2018, 115: 683-695.
- [7] 吴改红, 吴雄英, 丁雪梅, 等. 低温防护服的设计与评价[J]. 上海纺织科技, 2015, 43(4): 50-53.
WU Gai-hong, WU Xiong-ying, DING Xue-mei, et al. The Design and Evaluation of Low-Temperature Protective Clothing[J]. Shanghai Textile Science & Technology, 2015, 43(4): 50-53.

(下转第 58 页)