

基于井下动作分析的矿工防护服设计

王 艺, 王宏付*

(江南大学 纺织服装学院, 江苏 无锡 214122)

摘 要:基于煤矿工人井下作业工作要求和动作分析,总结防护服的设计要素。针对服装膝、肘关节和臀部等易磨损部位以及腋下、腰部等大幅度伸展、收缩活动部位等,提出设计建议;根据不同的动作要求结合井下作业的环境因素,提出矿工防护服需要改进设计的部位,并给出相应的解决办法。设计了一款针对煤矿工人井下工作的防护服。通过款式和结构的设计,可在满足防护服设计要求的基础上,提升工人穿着的安全性、舒适度,以及工作效率;设计中融入时尚元素,打破原有工作服的原貌,在体现职业特点基础上给矿工心理带来职业归属感和自豪感。

关键词:煤矿工人防护服;井下作业;动作分析;设计要素;防护服设计

中图分类号:TS 941.73 **文献标志码:**A **文章编号:**2096-1928(2018)02-0095-05

Protective Clothing Design for Miners Based on Underground Movement Analysis

WANG Yi, WANG Hongfu *

(School of Textile and Clothing, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

Abstract: Design elements of protective clothing for miners were summarized based on work requirements and action analysis of coal mine workers underground working. Design purposes were present according to the parts which are easily abrasive, such as the knee, elbow and buttocks of clothing, and the parts which need large stretch and contraction activities, such as the armpit and waist of clothing. According to the environmental factors of different action requirements, the parts which need improve during design for protective clothing were pointed out, and the corresponding solution was given. One type of protective clothing for coal mine workers underground working was designed. Through the design of style and structure to enhance the safety, comfort, and work efficiency for workers at the same time achieving the protective functions. Integrating fashion elements into design could break the original appearance of protective clothing, which could reflect professional characteristics and also could provide professional belonging and pride for miners.

Key words: protective clothing for coal miners, underground working, movement analysis, design elements, protective clothing design

矿工,是一个危险性较高的职业。恶劣的工作环境,频频发生的事故,使得他们每天都把自己的生命握在手上,亦或交给未知的一片漆黑中。在对人道主义和人文精神高度重视的今天,以“人”为中心展开的设计思考是当代设计师首要遵循的设计

思路,它体现了人文关怀和对人性的尊重^[1]。在“安全保护性、功能效率性、时尚美观性”的设计总则下,矿工防护服一切围绕人性化视域的角度展开设计^[2],使防护服更好地服务于从业者,让生活和生产趋于更加安全、舒适、高效。

收稿日期:2017-09-22; 修订日期:2017-10-30。

基金项目:教育部人文社科基金项目(09YJA760013);江苏高校优势学科建设工程资助项目;江苏省普通高校研究生科研创新计划项目(KYZZ-0316);江苏省研究生科研与实践创新计划项目。

作者简介:王 艺(1992—),女,硕士研究生。

* 通信作者:王宏付(1963—),男,教授,硕士生导师。主要研究方向为服装设计与现代服装技术。

Email:whf.123@163.com

1 煤矿工人工种划分

各行各业都需要明确的分工和职责划分,尤其像煤炭开采这样危险性行业,更加需要工人明确自身的岗位和职责,使得安全培训更具有针对性,并提高煤矿企业的生产安全。根据国家安监总局施行的煤矿安全作业相关规定和各地方有关煤矿井下人员培训的相关文件,划分出了8个部门和71个煤矿井下工种,并提出了相应建议。8个部门具体包括:采煤、掘进、机电、运输、通风、防突、地测、安监部门。各个煤矿企业在这8个部门下安排布置的操作人员岗位大同小异,功能上也都基本相同,只是各矿区及所属集团公司、矿务局等由于地理环境、历史等原因而造成名称上的不同。按生产过程中的作业方式和功能确定了10种作业类型,它们分别是:井下电气作业、井下爆破作业、安全检测监控作业、瓦斯检查作业、安全检查作业、运输操作作业、采掘操作作业、瓦斯抽采作业、煤矿防突作业、煤矿地测作业^[3]。具体作业类型如图1所示。

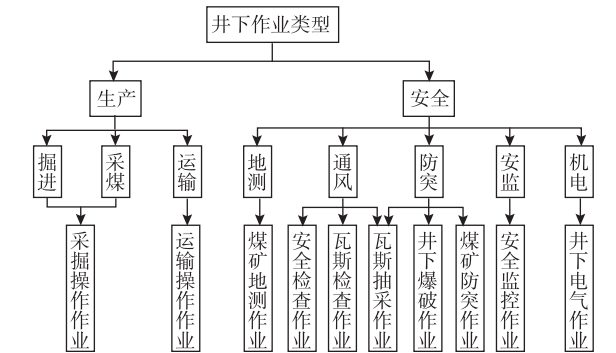


图 1 煤矿工人井下作业类型

Fig. 1 Underground job type of coal mine worker

2 动作分析

根据对模拟矿井的调研以及煤矿工人实操培训考核标准等相关资料的搜集分析,选择3个代表性部门(掘进、采煤、机电)的作业动作,对其常用姿势和工作服易磨损部位进行分析。

因煤矿井下特殊的工作环境,工人常被迫采取的体位有蹲位、坐位、站位、弯腰体位。掘进组负责巷道的开采与挖掘,有打眼、安装锚杆等工作,通常选择双手托举打眼机器,直立或单腿重心的姿势;采煤工负责落煤(爆破)、装煤(人工)、运煤(溜子、皮带)等,通常采用手持铁锹撬煤姿势,双腿弯曲、双腿重心交替;机电组负责井下电器的安装、维修

等,直立最少,多处于蹲位、跪姿、双腿弯曲或双手抬起维修上部电器^[4]。还有因巷道的低矮,矿工不能直立行走,必须选择在巷道以及狭小空间中爬行;机械操作工通常采用站姿或坐姿等常用姿势。通过对煤矿工人工种的划分以及不同工种所负责的工作分析,汇总其常用动作,具体如图2所示。

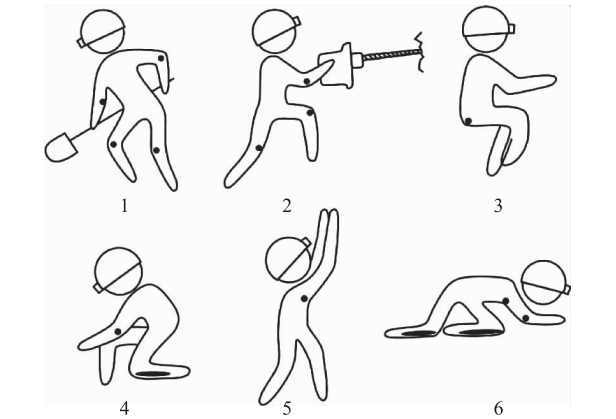


图 2 常用动作分析

Fig. 2 Common action analysis

表1列出了不同动作下服装易磨损区域和设计建议。

表 1 服装易磨损区域和设计建议

Tab. 1 Easily wear area and suggested design analysis table

代表工种	易磨损区域	设计建议
采煤等	膝、肘关节	加厚、耐磨面料做护膝、护肘
掘进、采煤等	膝、肘关节	关节处收省道
安监等	臀部	加厚、耐磨面料,加大放松量
机电等	膝、肘关节及胫骨外侧	使用加厚、柔软面料
机电、通风等	腋下	腋下采用弹性、透气织物面料
所有	膝、肘关节及胫骨外侧	使用加厚、柔软面料

3 设计要素

3.1 面料的性能要求

面料的性能是由组成面料的纤维、纱线、组织结构和纺、织及后整理工艺所决定的^[2]。在煤矿防护服的设计中,面料的选择需针对井下特殊的环境以及特殊工种的工作要求而定。针对井下粉尘、静电、高温高湿等特点,要求防护服面料需具有防尘、抗静电、阻燃、拒油污、拒水等性能。在面料织造过

程中加入导电丝,使面料具有导电功能,能够更好地消除工作环境内的静电。选择纯棉涡流纺纱线,透气导湿。采用普鲁苯法对面料进行阻燃整理和“三防”处理,使面料具有防油、防污、防水的功能,使织物具有不受污染的特性,不易渗入污渍,从而延长了服装的洗涤间隔,也延长了防护服的使用寿命^[4]。另外,面料还需耐磨性、轻薄、透气,适应大幅度运动的要求,关节处等拉伸大的部位可拼接弹性面料。

3.2 防护性设计要求

3.2.1 可识别性 反光条是防护服设计中增强可识别性的重要元素,在昏暗环境下,容易识别的颜色有白、黄、黄橙、黄绿、橙色^[5]。2014 年以来,中国大部分城市交警都统一更换新式荧光黄防护衣上路执勤,有效地维护交警的人身安全,实践证明荧光黄色的视觉可识别度较高。

3.2.2 领部结构 根据笔者在中国煤炭博物馆模拟地下矿井的调研,机械化的引入在很大程度上改变了传统的井下作业模式,但是特殊的作业环境很难改善,尤其是粉尘对矿工生命安全威胁极大,因吸食大量粉尘污染物造成的尘肺病,不可逆转且很难治愈,给无数矿工以及矿工家庭带来了巨大的身心伤痛。因此,防尘在煤矿工人防护服设计中是不容忽视的要素。领部是服装上最接近口鼻的部位,通过对领部进行结构设计的优化,可阻挡煤矿工人对粉尘的吸食。

3.2.3 口袋结构 国外的防护服设计中,多采用无口袋设计。一方面可以避免机械勾挂,同时防止在发生事故时手正好放在口袋内不能更好地保护自己。但是口袋可以解决一部分工具携带的问题,采用带袋盖或拉链的形式,可以避免普通口袋带来的安全隐患,也可以方便矿工随身携带工具。

3.2.4 膝、肘部结构 井下作业动作具有其特殊性,劳动强度大。下弯、伸肘等动作很多,服装结构设计中必须运用人体工效学原理。研究井下作业环境中人体—服装—环境的系统特点,建立合理的服装“衣环境”,除温度湿度的调节作用外,也应为动作的实施创造舒适的环境^[6]。服装作为人体第二层皮肤,井下作业服应侧重矿工井下作业的舒适性要求。根据动作分析,膝肘部是最容易磨损部位,加厚和使用耐磨面料可以增加舒适度并且使织物更加耐磨。另外,收省道隆起,可为大幅度动作提供活动空间。

根据煤矿工人井下作业常用动作和环境因素,总结矿工防护服结构功能性设计要素,具体见表 2。

表 2 设计要素分析		
Tab. 2 Design element analysis table		
设计要素	目 的	具体方式
安全性	减少牵绊钩挂	隐形袋口拉链、带袋盖口袋
	增强可识别	色彩鲜亮,反光条拼接
方便性	穿脱方便	连体设计
	防止工人上身裸露	只穿下装
覆盖性	减少暴露皮肤面积	长袖、长裤
活动性	满足四肢大幅度运动要求	收省道拱起提供运动空间
防尘性	阻挡灰尘	领口植入防尘口罩,袖口、裤口可调节设计
透气性	舒适散热	易出汗部位透气面料拼接 腰部松紧可调节
耐磨性	防止磨损	易磨损部位多层耐磨面料 植入护肘、护膝

4 矿工防护服设计

4.1 矿工防护服设计效果

文中设计了一款矿工防护服,整体效果如图 3 所示。



图 3 效果示意

Fig. 3 Effect diagram

4.2 款式结构设计及分析

矿工防护服的款式如图 4 所示。

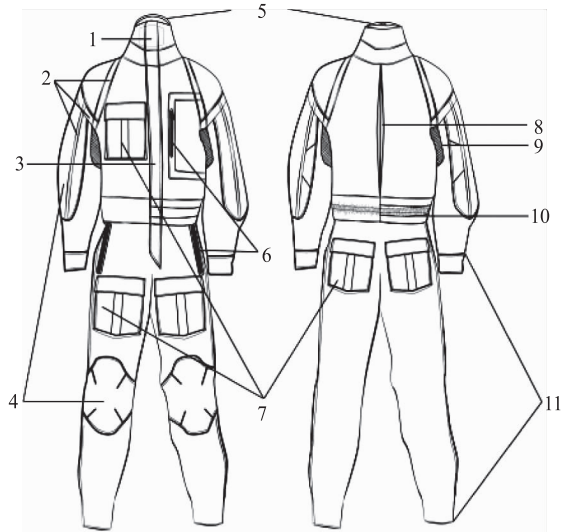


图 4 款式示意
Fig. 4 Style diagram

4.2.1 领部与防尘口罩结合 矿井中空气流通较差,有害粉尘颗粒物浓度很高,当煤矿工人执行图 2 中的动作 1,2 时,最容易受到扬尘煤粉颗粒的侵袭。在中国统计的尘肺病人中,80% 是煤工尘肺,发病率潜伏期在 10 年以上,特别是一些私人煤窑,很少会使用防尘、除尘设施,几乎完全暴露在粉尘中。文中采用领部与防尘口罩可拆卸设计,拉链拼接。一般的煤矿用防尘口罩最多可清洗十次,它与服装的寿命不同。领部口罩可拆卸设计可及时更换口罩部分,保证口罩部分的防尘性,也不会因两部分使用寿命不同而造成服装的浪费。双层面料中夹层为滤料纤维及活性炭,有拦截、吸附粉尘颗粒的作用^[7]。矿工防护服领部与防尘口罩细节设计如图 5 所示。领部中植入防尘口罩,二合一的设计方便矿工穿戴,弥补容易遗漏防尘口罩的缺点,能有效地通过防护服阻挡矿工对粉尘的吸食,极大程度地降低尘肺病等一系列呼吸疾病的发病率。

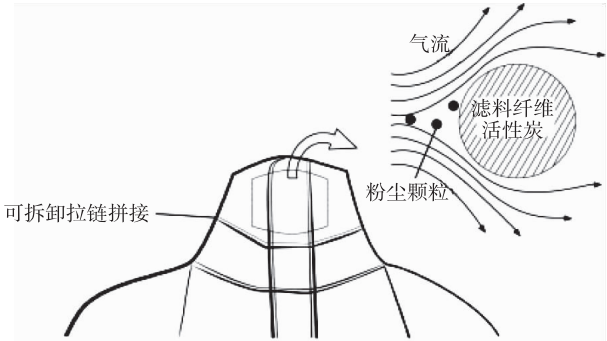


图 5 领部与防尘口罩结合设计
Fig.5 Combination of collar and dust mask

4.2.2 反光条 矿工有时需要在光线微弱的巷道中作业,易在过于黑暗的环境中误伤自己和同事^[8]。多处反光条的设计能增强可识别性,避免误伤。防护服上身中反光条集中在手臂两侧,因为手臂运动频繁且运动幅度较大,上肢反光条随人体的运动而晃动可增强识别性。裤装中反光条位于两腿外侧缝,通过腿部运动带动反光条运动。通过反光条在服装上的位置设计,增强整体的时尚感。

4.2.3 连体设计 现有矿工工作服大多为分体设计,因井下闷热潮湿的环境,很多矿工会选择只穿下装,裸露着上半身,这种违规行为极易将自己划伤。连体的设计能避免工人偷懒不穿着整套防护服,同时穿脱便捷,可使服装更好地保护人体。

4.2.4 护膝 针对图 2 中动作 1,2,4,6 等易磨损膝、肘关节等部位,护肘、护膝处选择耐磨损面料,省道起拱,为手臂弯曲和下蹲提供空间,使得动态下穿着更舒适。加厚的关节处在肘部、膝盖、小腿等接触墙壁、地面时更加柔软舒适,减少工人不适,保护关节。

4.2.5 头圈 松紧橡胶材质,使用领部防尘口罩时套在头上,让口罩与面部更贴合。后部有防滑设计,防止滑落,使得穿戴更牢靠。

4.2.6 口袋 拉链的设计如图 6 所示。图 6 中上装口袋开口拉链位于反光条上,为隐形运动拉链,与普通口袋相比可避免钩挂,同时发光材质易于矿工在昏暗中找到口袋位置。隐形运动拉链的使用,提高实用性,并融入时尚元素。



图 6 拉链
Fig.6 Zipper

4.2.7 工具袋 多口袋设计,方便携带工具,有袋盖,避免钩挂危险。

4.2.8 褶裥 提供后背活动松量。

4.2.9 透气面料 透气面料及防护服腋下结构见

图 7 和图 8。根据图 2 动作 5,可知腋下面料拉伸较大,且大多数工作服腋下面料和衣身一致,为增强透气性和弹性,选择网眼弹性面料做拼接。



图 7 透气面料
Fig. 7 Breathable fabric

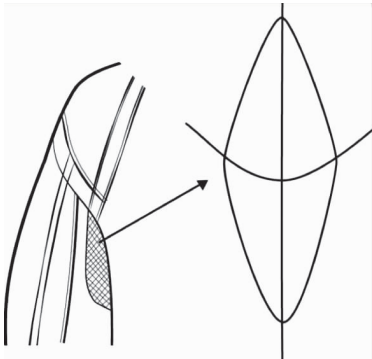


图 8 腋下结构
Fig. 8 Structure under the arm

4.2.10 橡筋线 后腰采用收褶裯、抽橡筋线设计,收腰设计灵活方便且美观。

4.2.11 袖口、裤脚口 图 9 为袖口、裤脚口结构。采用拉链式三角形插片,既方便穿脱,又可以收紧袖口、裤脚口,减少大幅度运动时的裸露皮肤面积^[9],防止灰尘进入。

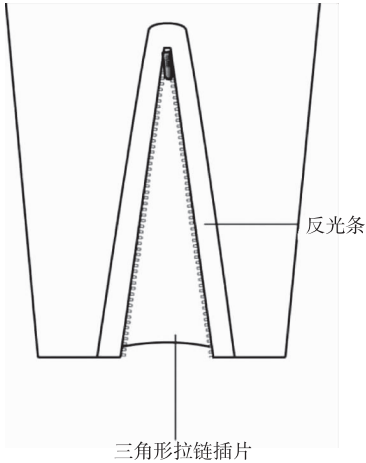


图 9 袖口、裤脚口结构
Fig. 9 Structure of cuffs

5 结 语

文中针对煤矿工人井下作业动作分析的防护服设计,符合新时代的矿工防护服的设计要求和理念。使防护服细节设计的针对性更强,提升工人穿着的安全性、舒适度,有利于提高工作效率;融入时尚设计元素,打破工作服的原貌,能够体现职业特点,因工作装的设计给特殊行业从业者心理带来职业归属感和自豪感。

参考文献:

[1] 徐莉. 产品创新中的人性化设计与个性化设计[J]. 艺术与设计(理论), 2010(9):199-201.
XU Li. Research on humanized design and personalized design in product innovation[J]. Art and Design, 2010 (9):199-201. (in Chinese)
[2] 陈洁, 吕文静, 朱黎明. 矿工防护服的功能性研究与设计[J]. 轻纺工业与技术, 2013(5):15-17.
CHEN Jie, LYU Wenjing, ZHU Liming. Functional research and design of miners protective clothing [J]. Textile Industry and Technology, 2013 (5): 15-17. (in Chinese)
[3] 殷文韬, 李淑彪, 高平. 我国煤矿井下工种划分研究[J]. 煤炭工程, 2013, 45(4):87-89.
YIN Wentao, LI Shubiao, GAO Ping. Study on division of underground work types in China coal mine [J]. Coal Engineering, 2013, 45(4):87-93. (in Chinese)
[4] 靳江涛. 煤矿工人腰背痛的患病特征分析[D]. 太原: 山西医科大学, 2010.
[5] 阚丽红, 陈雁. 煤矿作业人员防护服装的设计研究[J]. 中国个体防护装备, 2008(4):12-15.
KAN Lihong, CHEN Yan. Research on the design of protective clothing for coal miners [J]. China Personal Protection Equipment, 2008(4):12-15. (in Chinese)
[6] 姚建, 田冬梅. 煤矿专用防护服的研究[J]. 华北科技学院学报, 2014(1):69-72.
YAO Jian, TIAN Dongmei. Study on special protective clothing of coal mine[J]. Journal of North China Institute of Science and Technology, 2014 (1): 69-72. (in Chinese)
[7] 吕爱民. 防尘口罩四位一体适用指南[M]. 北京:化学工业出版社, 2014.
[8] 钟崇岩, 钟鸣, 李娟, 等. 一种便于排汗工作服: 103082534 A[P]. 2013-05-08.
[9] 张艳平. 矿工个体防护与危难救助工具协同设计研究[D]. 沈阳:沈阳航空航天大学, 2011.

(责任编辑:邢宝妹)