

民用防刺服的结构优化设计

邢京京, 钱晓明, 雷中祥

(天津工业大学 纺织学院, 天津 300387)

摘要:结合人体结构的特点及不同材料的特性对防刺服结构进行优化,设计出合体背心、商务马甲和日常外套三种款式,并绘制了结构图,在保证一定的防刺性的基础上有效地提高了其隐蔽性和舒适性。

关键词:民用防刺服;结构;材料;设计

中图分类号:TS941.2

文献标识码:A

文章编号:1673-0356(2016)01-0020-03

0 引言

近年来,暴力事件、恐怖事件以及工业生产安全事故的频发,使人们日益重视人身安全的保护,这同时加快了个体防护装甲尤其是防刺服的研究。防刺服,是指用超高强纤维布料制成的具有防刀割、防刀砍、防刀刺、耐磨损、防尖锐物刮划功能的防护性服装,也称为防刀衣、防刃服。目前的防刺服主要还是警用和军用防刺服,因其对防护性能要求相对较高,厚度大,因此一般外穿。而民用防刺服一般为内穿服装,需要具备良好的隐蔽性和舒适性,因此除了不断改善防刺材料的性能,还需要从服装结构方面对防刺服进行优化,使其更加合体舒适。

目前,国内外对防刺服的研究已经取得了较大进展,但基本都是从材料角度出发。如美国杜邦公司采用机织方法利用特种 Kevlar 超细纤维制成的防刺背心通过了美国 NIJ0115.00 标准的所有防护级别,同时还具有质轻、灵活、隐匿性强的优点。GIMBELG 公司生产了防刺割手套。Criminology 国际公司生产的针织轻型防刺背心申请了专利^[1]。北京同益中特种纤维技术开发公司研究出超高分子量聚乙烯防刺材料,其防刺性能超过杜邦公司的芳纶防刺材料。北京君安泰防护科技有限公司用超高分子量聚乙烯无纺复合片制造的软质防刺服,能有效地阻挡刀具、匕首等冷兵器的刺、割、砍攻击,符合 GA68-2003 标准要求。重庆盾之王公司研制的半柔型防刺背心,是用多种新材料按特殊的复合新工艺制成,不但具有防刺功能,还能有效地阻挡一般爆炸物品及破片的侵袭,同时兼有防水、耐酸碱、防紫外线等功能^[2]。

近年来,防刺织物通过高支高密织造、剪切增稠液浸渍、陶瓷片复合等手段,进一步增强了其防刺性能,也为防刺服结构的优化提供了基础。

防护服装作为一种特殊的服装类别,在满足防护功能的前提下,更应强调着装舒适性与运动机能性^[3]。现结合不同防刺材料的特性及不同人体部位的要求,对防刺服进行结构优化设计,以提高民用防刺服的舒适性和隐蔽性。

1 防刺材料性能

防刺材料主要包括金属材料、纤维材料和液体材料等。

防刺性能良好的金属材料有硬质铝合金、碳钢和不锈钢等,也有部分企业选用低成本的马口铁。在结构上多使用鱼鳞片粘接、挂接、或整片切割^[4]或金属丝加捻织造等方式制作。

防刺纤维材料应具有高强度、高模量、耐剪切和耐冲击的性能。目前,常用的防刺纤维材料有超高分子量聚乙烯纤维(UHMWPE)、芳纶、陶瓷纤维、碳纤维、蚕丝胶、蜘蛛丝、聚对苯二甲酸丁二酯(PBT)和聚酯纤维等。

剪切增稠液体(STF)是美国陆军研究实验室发明的一种新型防刺原料。剪切增稠液(STF)是由分散相粒子和分散介质组成,是一种非牛顿力学行为可逆流体,在平衡状态下,表现为分散胶体形式,而在高速剪切力作用时,其粘度急剧增加,表现为固体行为^[5]。目前,主要研究手段是通过将高性能纤维织物浸渍 STF 赋予其防刺能力。结果显示,浸渍 STF 的织物防刺性能有明显提高^[6]。

2 防刺服种类

防刺服分为硬质防刺服、半硬半软质防刺服、软质

收稿日期:2015-09-25;修回日期:2015-10-18

作者简介:邢京京(1989-),女,学士,主要研究方向为服装功能性及舒适性,E-mail:1223134190@qq.com。

防刺服和液体防刺服4类。

硬质防刺服是直接将金属材料加工成护板,其加工方法一种是将金属丝加捻织造或者绕成金属环,端点点焊、互锁;另一种是将金属轻质薄片排列组合,形成一定形状的偏斜层,用以增强防刺材料的防刺效果。硬质防刺服防刺性能好,但质量大,刚性强,舒适性差。

半硬半软质防刺服是以纤维和金属复合材料作为护板^[7],舒适性有所提高。

软质防刺服使用高性能化学纤维织造的高支高密织物或非织造材料,具有轻质柔韧,舒适性高的优点,符合公安部《GA68 防刺服》防刺性能的要求,其织物厚度最薄为15 mm,若选其作为民用防刺服的材料,其隐蔽性仍达不到要求。

液体防刺服是将剪切增稠液渗入织物中,剪切增稠液通常状态下以液体形式存在,当受到刀的砍刺冲击时,迅速变成坚硬的固体状,能使织物变得非常坚韧,当冲击力消失后,剪切增稠液又恢复至液体状态,防刺服也重新变软。因此,液体防刺服穿着舒适,且在保证防刺性能的前提下可减薄材料厚度,进一步提高隐蔽性。

3 结构优化设计

3.1 组织结构及特殊处理

为了适应各种防护要求,研究人员研制开发了不同的织物形式用于防刺纺织品。从传统的机织物、针织物、无纬单向布(UD)、非织造布到近年来开发的针织经编多轴向、双轴向织物及纬编轴向织物等,可以根据不同的防护要求选择不同结构的织物形式。值得一提的是,针织结构由于良好的成型性、极好的能量吸收性和抗冲击疲劳性能,使其在产业用纺织品,尤其是人体防护装甲材料中越来越受到重视。另外,通过测试可知,在机织布和无纺布试样中,前者织物抗拉伸性能高于抗剪切性能,而后者抗剪切性能高于抗拉伸性能^[8]。

为增强织物的防刺性,常见的处理方法有衬垫金属片或钢丝圈类、高支高密织造、涂层、层压、陶瓷片复合及剪切增稠液浸渍等。不同的处理方法,其特点也有所不同。衬垫金属片或钢丝圈类和复合陶瓷片虽然防穿透性能优异,但其重量和刚性对使用者的活动和穿着舒适性有较大的限制和影响。采用高支高密织造的防刺服具有轻质柔韧等优点,但对于纱线细度要求高,过细过粗都不利于防刺。涂层和层压方法能够在

保证不增重的情况下提高织物的防刺性,但是织物的透气性和透湿性却大大降低,不适用于内穿防刺服。剪切增稠液体防刺服中的 STF 技术能使软质防刺服变得软如丝绸,透气排汗,舒适贴身,厚度最低可达到10 mm。

3.2 服装结构优化设计

目前有关民用防刺服结构的专业研究几乎没有,究其原因,一方面是现在的防刺服多为警用和军用,且外穿,结构形式以背心为主(图1),穿脱方便;另一方面,受防刺材料的厚度限制,防刺服的结构不宜太复杂。但是民用防刺服与军用和警用防刺服在使用范围和使用特点上有很大的不同,是普通人日常穿着或者出席特殊场合时穿着,需要具有较好的隐蔽性和舒适性,因此在保证一定的防刺性的基础上,应该对其结构进行优化,使之更加舒适合体。



图1 警用防刺背心

现以男装为例,选用170/92A号型(见表1)采用原型法^[9]介绍防刺服的3种结构优化设计方案。

表1 170/92A 男装原型尺寸 单位:cm

号 型	胸围	腰围	背长	AH
170/92A	112	106	43	54

3.2.1 改进防穿刺合体背心

防刺背心最常见的款式是美国 Criminology 国际公司研究所研制的一种柔软的防穿透背心,材料选用的是芳纶或高性能玻璃纤维。其采用多层结构,各层用缝合、热粘合等方法结合,外表面为一层不锈钢网、钛丝或钛金属轻质薄片形成凹凸不平的偏斜层,用以增加材料的防刺效果^[10]。为提高防穿透性能,还可加入高强金属丝及陶瓷纤维等,也可以通过浸渍热塑性树脂或环氧树脂的方法来增强防刺作用。

改进是在此基础上对背心的结构进行分割,针对身体不同部位的不同需求,选用不同的材料和组织结构,使其更加舒适合体且达到保护穿着者的作用。

图2是原始防刺背心的款式图,在肩部搭接,以便

穿脱。后腰有搭扣或魔术粘,使之适体。改进的防刺背心(图3、图4)前片采用 Kevlar 高性能纤维材料,其中左胸嵌入贴合胸部的金属片,以加强对心脏的保护;因腹部柔软,运动幅度大,且是最易受刺伤的部位,采用了 STF-Kevlar 复合材料,既柔软舒适,又保证了必要的防刺性。另一个重要的改进是加长前片以更好地保护腹部,尤其对于女士或孕妇,这一点更为重要。后片采用多轴向经编织物,舒适透气,提高了服用性能。相比原始防刺背心肩部搭接的结构,改进的防刺合体背心将搭接结构放在了侧缝,根据人在呼吸时腹部的伸缩量,将插值搭接量定为 4 cm;另外还进行了收腰设计,收腰量为前后侧缝各 1.5 cm。这种结构可以有效提高服装的合体性和隐蔽性,使防刺背心达到内穿的要求。

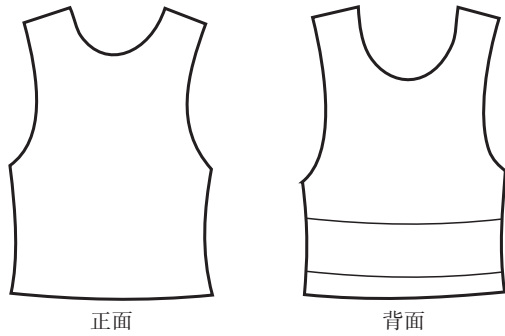


图2 原始防刺背心款式图



图3 改进防刺合体背心款式图

3.2.2 商务用防刺马甲

商务用防刺马甲作为内穿服装,在保证防刺性能的基础上也需要具有良好的隐蔽性和舒适性。因为要搭配西服出席正式场合,所以还需要具有一定的美观性。图5、图6分别是其款式图和结构图,是在防刺背心的材料优化安排的基础上进行的进一步款式结构设计。

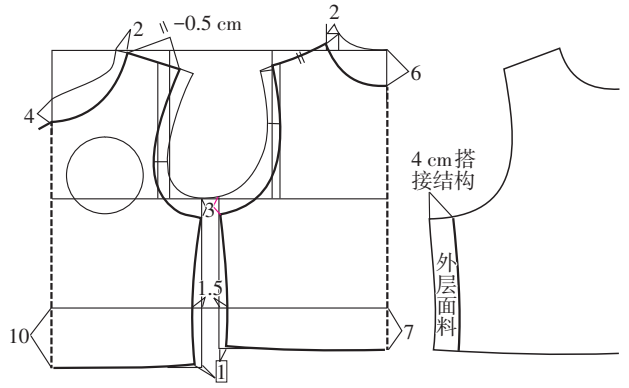


图4 改进防刺合体背心结构图



图5 商务防刺马甲款式图

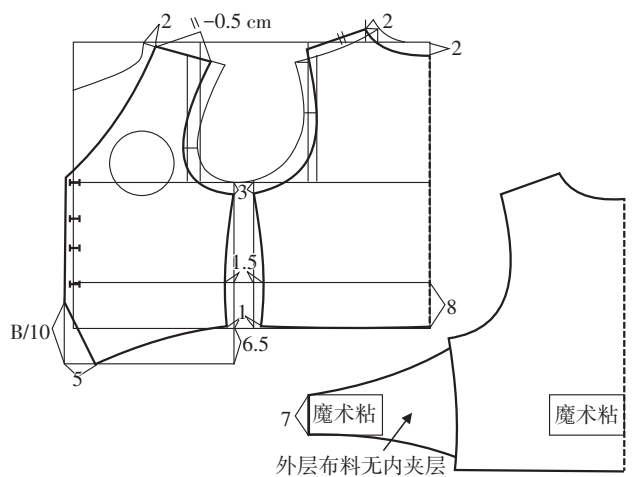


图6 商务防刺马甲结构图

3.2.3 日常外穿防刺服

日常外穿防刺服主要针对银行、珠宝店或商场的工作人员,因此在设计上偏向工作服,视觉上易于接受,较宽松的结构设计可使得穿着舒适自然。面料可采用芳纶或高性能玻璃纤维,多层结构。为提高防穿透性能,还可加入高强金属丝及陶瓷纤维等,也可进行

涂层整理。其款式及结构如图7、图8所示。



图7 日常外穿防刺服款式图

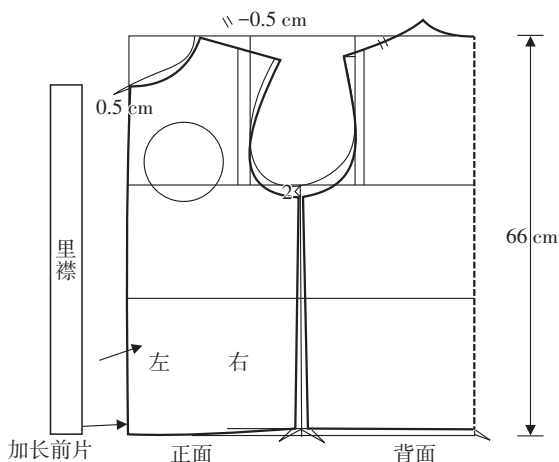


图8 日常外穿防刺服结构图

4 结论

(1)在原有警用防刺服的基础上,结合人体结构特点,对易受刺伤且柔软活动幅度大的腰腹部采用 STF-Kevlar 高性能纤维材料织造的柔性防刺材料,胸部用 Kevlar 超细纤维材料,并在左胸嵌入金属片以更好地

保护心脏。在结构上,根据人体上身前长后短的鸭蛋形体型特点,前片加长 3 cm,更好地保护腹部。侧缝收腰 3 cm,并将搭接扣转移至侧缝,便于根据个人需要调节松紧,使之更合体。

(2)根据民用防刺服的适用人群特点,还设计了商务马甲型和日常外穿型两种款式的防刺服,在舒适性、合体性和隐蔽性方面均有较大的改善。

参考文献:

- [1] M J Pettit, J Croft. Psdb stab resistance standard for body armour[S].
- [2] 张月庆,钱晓明.个体防刺装甲的现状与发展[J].非织造布,2012,(2):48-50.
- [3] 张向辉,王云仪,李俊.防护服装结构设计对着装舒适性的影响[J].纺织学报,2009,30(6):139-144.
- [4] 王彬,覃巧丽,王寅.防弹防刺服技术及发展趋势[J].中国安防,2013,(7):56-59.
- [5] 俞科静,沙晓菲,曹海建,等.剪切增稠液/高性能纤维复合材料防刺性能的研究[J].玻璃钢/复合材料,2012,(6):47-51.
- [6] M Hasanzadeh, V Mottaghtalab. The role of shear-thickening fluids (STFs) in ballistic and stab-resistance improvement of flexible armor[J]. JMEPEG, 2014, (23): 1182-1196.
- [7] 吴光玉,陈邦伟.防刺服装及其开发[J].合成纤维,2010,(5):42-43.
- [8] 余科.防刺服用材料浅析[J].国外丝绸,2008,(6):35-37.
- [9] 刘国伟,谢豪,贾中立.男装结构设计[原型法][M].上海:东华大学出版社,2014.
- [10] 王子博.防刺标准和其服用织物[J].纺织科技进展,2010,(2):78-80.

Optimal Design of Civil Stab-resistance Garments Structure

XING Jing-jing, QIAN Xiao-ming, LEI Zhong-xiang

(College of Textiles, Tianjin Polytechnic University, Tianjin 300387, China)

Abstract: The structure of civil stab-resistance clothing was optimized combined with the characteristics of the human body structure and properties of different materials. Three styles of fit vest, business waistcoat and daily coat were designed and their patterns were drawn. The concealment and comfort were improved based on the stab-resistance.

Key words: civil stab-resistance clothing; structure; material; design