

我国少数民族服男装整体和局部衣下空气层分布

史雯, 王发明*

(苏州大学 纺织与服装工程学院, 江苏 苏州 215021)

摘要:实验选取了具有代表性的19套来自19个少数民族的传统男装,根据款式特点将这些服装分成6组,采用非接触式三维人体扫描技术和Geomagic软件测试并分析了服装整体及局部衣下空气层,探讨了服装衣下空气层的差异及变化趋势,服装整体和局部衣下空气层厚度与体积之间的关系。结果表明:服装局部衣下空气层的分布不均匀,躯干下部的衣下空气层厚度和体积大于躯干上部;四肢的衣下空气层厚度和体积较大;腿部的衣下空气层厚度和体积最大,小腿处的衣下空气层厚度和体积均大于大腿。

关键词:少数民族服装;三维人体扫描;空气层厚度;空气层体积;结构款式

中图分类号:TS 941.17 **文献标志码:**A **文章编号:**2096-1928(2016)02-0161-09

Study on the Total and Local Clothing Air Gap of Traditional Chinese Male Ethnic Costumes

SHI Wen, WANG Faming*

(College of Textile and Clothing Engineering, Soochow University, Suzhou 215021, China)

Abstract: The air gap trapped inside the clothing is one of the most important parameters to determine clothing thermal comfort. In this study, 19 sets of typical male ethnic costumes were selected from 19 Chinese minority groups. They were divided into 6 major groups based on their design characteristics. The total and local clothing air gap thickness and the total and local air volume of these costumes were determined and analyzed using a three-dimensional (3D) body scanner and the Geomagic software. The findings verify that the body shape, clothing design features and different wearing ways greatly affect the clothing local air gap distributions. In addition, the clothing local air gap thickness and the local air volume at different body regions differ distinctively. Generally, the clothing local air gap thickness and the local air volume at the abdomen and the lower back regions are greater than those at the chest and the shoulders. Besides, the clothing local air gap thickness and the local air volume at the arms and the lower limbs are the greatest of all studied body regions.

Key words: ethnic minority costume, 3D body scanning, air gap thickness, air volume, clothing design features

服装系统的热湿传递主要受外界环境、人体姿势、运动、发汗量、服装的物理特性和服装结构设计等因素的影响^[1-3]。其中,服装衣下空气层是影响服装热湿传递性能最为重要的物理指标之一。服装衣下空气层具有厚度不均一、形状不规则等特点,并且它会随人体运动和姿势的不同而发生改变^[4]。服装衣下空气层的变化最终会导致服装热

阻和湿阻的改变^[5-7]。因此,服装衣下空气层的大小及其变化在很大程度上影响了服装的热湿传递性能。

人体在着装状态下,服装的几何结构较为复杂,因此准确并方便地测量服装衣下空气层比较困难。一般常用的分析服装衣下空气层的方法有气体追踪分布法和测量服装与人体的围度差法^[4,6,8]。

收稿日期:2016-02-28; 修订日期:2016-03-25。

基金项目:江苏省自然科学基金项目(BK20130312)。

作者简介:史雯(1990—),女,硕士研究生。

*通信作者:王发明(1981—),男,教授,博士生导师。主要研究方向为服装热湿舒适性、人体工效学等。

Email:dr.famingwang@gmail.com

气体追踪分布法^[9]要求最外层服装不透气,通过抽出服装衣下的空气层来获得其空气层的含量。此装置在动态模型中测量比较精确,但是实验程序和设备不灵活,测试每件服装时,实验装置需要重复设置,不方便收集大量服装的数据。围度差模型^[10]将人体各部位视为标准圆柱体,并没有考虑人体体形的不规则和空气层分布的不均匀等特征,虽然其操作简便,但不能精确地反映人体与服装之间多层面的关系。为了解决这些问题,非接触三维人体扫描技术被越来越广泛地应用于衣下空气层分布的测量中。三维人体扫描仪可以快速精确地测量人体服装衣下空气层的含量及其分布状态,获取不同部位的参数。Kim 等^[11]、王云仪等^[12]和 Lu 等^[8]用三维人体扫描技术测量热防护服的衣下空气层厚度及其分布情况;Loker 等^[13]使用三维人体扫描技术测试不同尺寸的成衣在不同人体上的穿着状态,改进服装的局部设计,使同一尺寸的成衣尽可能更好地适应不同形态的人体;Lee 等^[6]利用三维拓扑技术探索上衣的空气层体积与服装热阻之间的关系;李青^[14]用三维扫描技术测评女士紧身连衣裙的服装面积因子:与像素替代法相比,逆向工程软件可以更加快速精确地计算服装面积因子。Psikuta 等^[4]运用三维人体扫描和 Geomagic 软件分析技术,测量日常休闲服装与人体的接触面积和衣下空气层的厚度。

上述采用三维扫描技术测试的服装主要包括西方服装和防护服装,而至今国内外学者们还没有研究过我们传统少数民族服装的衣下空气层的分布情况。由于西方服装和防护服装在结构款式等

方面与我国传统少数民族服装存在着较大差异,因此很有必要开展我国少数民族服装衣下空气层的研究。文中通过非接触式三维人体激光扫描技术,测量并探讨了我国 19 个少数民族传统服装的整体和局部衣下空气层的分布。以期为今后开展民族服装衣下空气层与服装整体及局部热湿舒适性方面的研究提供理论依据和基础数据。

1 研究方法

1.1 测试服装与仪器

1.1.1 测试服装 文中选取了 19 个少数民族的 19 套传统男性服装作为测试服装,各套民族服装的尺寸依据暖体假人“Newton”(胸/腰/臀围尺寸:92/74/93 cm)量身定制^[7],服装规格尺寸见表 1。根据它们的款式特点把这 19 套民族服装分为 6 组:第 1 组(G_1)是上下衣分体服装,配有短裙或短袖,傣族服装配有腰带;第 2 组(G_2)是长袍服装,配有腰带;第 3 组(G_3)服装是长袖上衣和长裤或长裙;第 4 组(G_4)服装包括长袖上衣、长裤,外面套上马甲或在胸前、腿部配有装饰;第 5 组(G_5)是上袍下裤组合的服装,配有腰带;第 6 组(G_6)是多层搭配服装。其中,保安族服装有两种穿法:保安族 1 的长袍仅穿左袖,类似袈裟穿法;保安族 2 的两只袖子正常穿着。各组服装款式如图 1^[7]所示,服装的面料性能参见表 2^[7]。

1.1.2 测试仪器 VITUS Smart XXL 非接触式三维人体激光扫描仪,德国 Human Solutions 公司制造;Geomagic Qualify 12 软件,美国 Geomagic Inc. 研制。

表 1 少数民族服装的规格尺寸
Tab. 1 Dimensions of the 19 male minority ethnic costumes

部 位	衣长	胸围	领围	肩宽	中腰围	下摆	裤长	裤腰	臀围	脚口
规格/cm	71	108	42	46	106	108	100.5	84	106	22



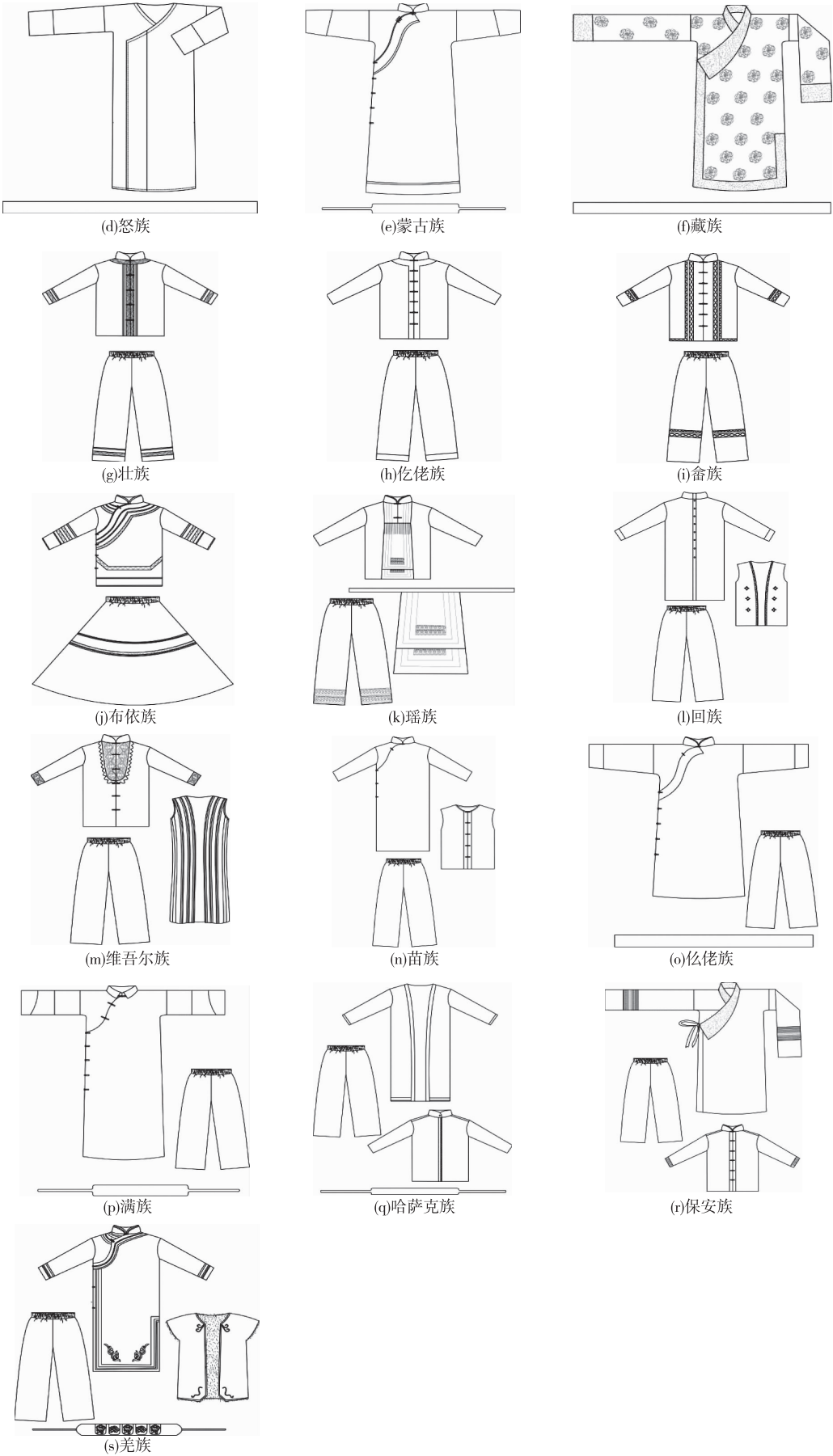


图 1 少数民族服装的款式结构

Fig.1 Schematic chart of the studied 19 male minority ethnic costumes

表 2 少数民族服装的面料性能

Tab.2 Characteristics of the 19 male minority ethnic costumes

分组	少数民族服装		面料成分占比/%	面料厚度/mm	服装总质量/g	服装总热阻/ (m ² ·℃/W)	服装面积因子
G ₁	黎族	短褂	涤纶 100	0.58	512.2	0.125	1.11
		短裙	涤纶 100	0.51			
	俄罗斯族	短袖衬衫	黏胶 100	0.25	477.6	0.134	1.18
		长裤	涤纶 100	0.58			
	傣族	短袖衬衫,长裤	黏胶 100	0.36	499.8	0.143	1.22
G ₂	怒族	长袍	亚麻 55,棉 45	0.64	673.6	0.145	1.34
	蒙古族	长袍	涤纶 100	0.61	773.6	0.161	1.30
	藏族	长袍	涤纶 100	0.38	1 297.8	0.182	1.70
G ₃	壮族	短褂,长裤	涤纶 100	0.29	486.2	0.154	1.23
	仫佬族	短褂	涤纶 65,亚麻 35	0.26	470.6	0.157	1.24
		长裤	涤纶 100	0.44			
	畲族	短褂长裤	涤纶 96,氨纶 4	0.82	786.0	0.163	1.14
		短褂	涤纶 65,亚麻 35	0.72			
	布依族	长裙上	涤纶 100	0.50	1 180.0	0.170	1.67
		长裙下	涤纶 100	0.31			
	瑶族	短褂,围裙,长裤	涤纶 100	0.64	997.8	0.168	1.24
G ₄	回族	长衬衫,长裤	涤纶 100	0.62	975.6	0.169	1.24
		马甲	涤纶 100	0.66			
	维吾尔族	短褂,长裤	涤纶 96,氨纶 4	0.30	732.4	0.170	1.19
		长马甲	涤纶 10,棉 85,亚麻 5	0.70			
	苗族	长袍	涤纶 50,锦纶 50	0.43	934.6	0.190	1.23
		马甲,长裤	涤纶 98,氨纶 2	0.63			
G ₅	仫佬族	长袍	黏胶 100	0.48	669.8	0.175	1.27
		长裤	涤纶 100	0.30			
	满族	长袍	黏胶 100	0.47	887.8	0.180	1.42
		长裤	涤纶 100	0.44			
	哈萨克族	衬衫	涤纶 100	0.60	1 153.6	0.188	1.19
		长袍,长裤	涤纶 100	0.62			
G ₆	保安族	长衬衫,长袍,长裤	涤纶 100	0.59	1 748.6	0.206(保安族 1) 0.230(保安族 2)	1.65(保安族 1) 1.65(保安族 2)
		长袍	涤纶 96,氨纶 4	0.84			
	羌族	毛马甲	涤纶 96,氨纶 4	5.09	1 788.8	0.211	1.31
		长裤	黏胶 62,涤纶 38	0.65			

1.2 测试条件与实验步骤

文中通过非接触式三维人体激光扫描仪获取如图 2 所示的人体模型的三维图像。假人模型与暖体假人“Newton”的体型相似(胸/腰/臀围尺寸:92/79/93 cm)。在开展三维人体扫描实验之前需对扫描仪进行校正,之后方可对裸态假人模型和着装假人模型进行扫描。假人模型的底座固定、姿势不变,从而保证了每次扫描中假人模型所处的位置相同。每套服装分别扫描 3 次,扫描前尽量抚平服装表面的明显褶裥,使着装处于自然垂下状态。三维扫描仪可以 360°快速展现人体的表面几何形状,并

形成点云数据图。通过 Geomagic Qualify 12 软件对点云数据进行表面修整,依据服装走势补齐腋下、胯下和由于褶皱等原因没有扫描到的部位。图像修补好后,计算裸态假人模型和着装假人模型的体积和表面积。然后根据裸露部位将裸态和着装模型对齐,两个曲面之间的距离即为服装衣下空气层的厚度,二者的体积差即为服装衣下空气层的体积^[4,6,11-12]。由于服装厚度相对衣下空气层厚度较小,在衣下空气层厚度测试的误差范围内,故衣下空气层厚度包含服装厚度在内。图 3 为局部空气层的区域划分情况^[7]。依据图 3 将对齐后的图像进

行剪切,即可得到相应服装局部衣下空气层的数据。图 4 为整理后的三维扫描图像和服装整体衣下空气层的分布情况,不同的颜色代表了不同的空气层厚度(灰色表示不能计算空气层厚度的区域)。



图 2 三维人体扫描室
Fig.2 3D body scanning room

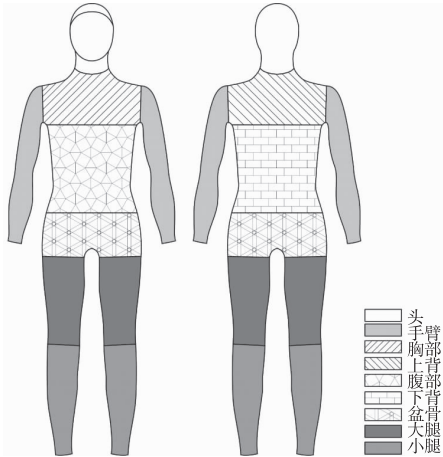


图 3 局部空气层区域划分
Fig.3 Schematic chart of the division of body regions

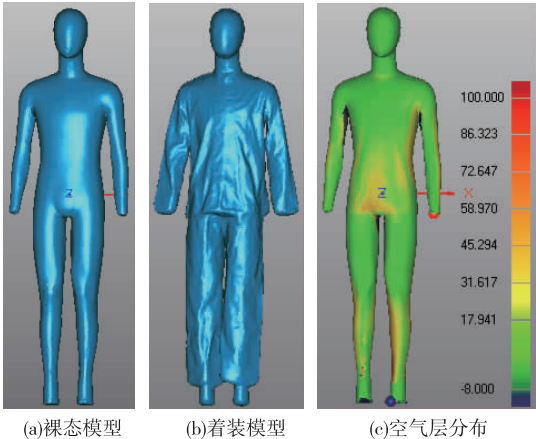
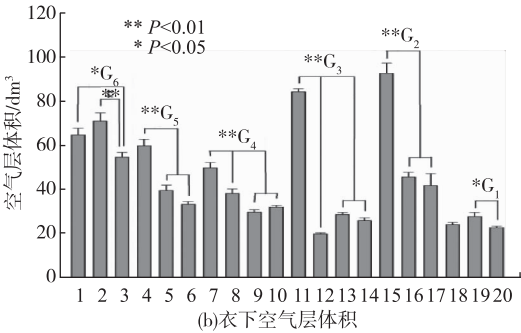
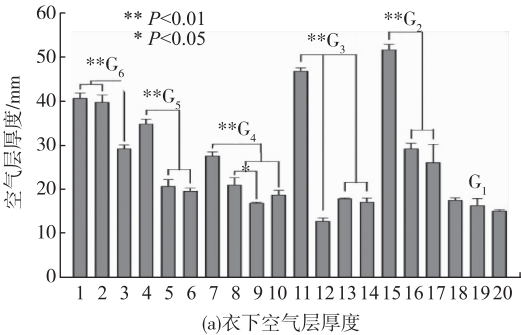


图 4 三维人体扫描处理图像
Fig.4 Determination of the air gap distribution

2 测试结果与分析

2.1 服装整体衣下空气层

文中选取的 19 套少数民族服装整体衣下空气层的厚度和体积如图 5 所示,该 19 套民族服装的衣下空气层厚度和体积的范围分别是 12.67 ~ 51.39 mm 和 20.07 ~ 93.06 dm³,范围跨度较大。 G_1 服装覆盖人体的面积较少,对应的服装衣下空气层含量也相对较少; G_6 服装层数较多,外层服装比较肥大,所以服装衣下空气层含量很大。此外,藏族、布依族和满族的服装空气层含量远远大于同组的其他民族服装:藏服的空气层厚度和体积分别为怒族服装的 1.98 倍和 2.21 倍,布依族服装的空气层厚度和体积分别为畲族服装的 3.67 倍和 4.22 倍,满族服装的空气层厚度和体积分别为仫佬族服装的 1.78 倍和 1.79 倍。保安族服装虽然有两种穿法,但就整体空气层厚度和体积而言,两种穿法之间没有差异。



注: 1.保安族2; 2.保安族1; 3.羌族; 4.满族; 5.哈萨克族; 6.仫佬族; 7.苗族; 8.回族; 9.维吾尔族; 10.瑶族; 11.布依族; 12.畲族; 13.仫佬族; 14.壮族; 15.藏族; 16.蒙古族; 17.怒族; 18.傣族; 19.俄罗斯族; 20.黎族。

图 5 民族服装整体衣下空气层
Fig.5 Total clothing air gap of the 19 male minority ethnic costumes

由图 5 可以看出,服装衣下空气层厚度和体积的变化趋势基本一致,每组服装空气层厚度间的差异性与其对应的空气层体积间的差异性也基本相似。服装衣下空气层厚度与体积之间的关系如图 6 所示。

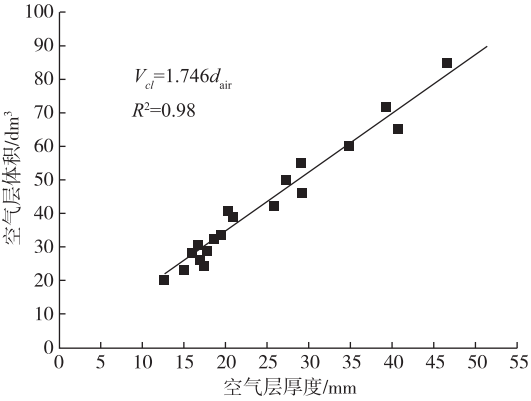


图 6 服装衣下空气层厚度与体积之间的关系

Fig. 6 Relationship between the clothing air gap thickness and the total air volume

图 6 中服装整体空气层厚度与体积之间高度正相关。

$$V_{cl} = 1.746 \times d_{air} \quad (1)$$

式中： V_{cl} 为服装的整体衣下空气层体积(dm^3)； d_{air} 为服装的整体衣下空气层厚度(mm)。

Lu 等^[8]的研究发现,连体防火服的衣下空气层厚度和体积之间也存在明显的线性关系,但由于该研究实验选取的服装数量较少,得出的线性关系式并没有过(0,0)点。

6 组民族服装整体衣下空气层厚度的分布情况如图 7 所示。除 G_6 外,其余各组服装在 0 ~ 10 mm 区间厚度上的衣下空气层所占比例最大,小空气层厚度的分布比例大于较大空气层厚度的分布比例,这与前人的研究结果^[8,11]类似。各组服装在各空气层厚度区间的变化趋势基本相同,服装衣下空气层越厚,所占空气层厚度分布百分比越小,并且空气

层厚度分布百分比的减少量随空气层厚度的增加而越来越小。由于对齐过程中存在一定偏差,裸露部位的空气层厚度在 0 mm 附近,空气层厚度小于 0 mm 的部位则表示该裸露(或着装)部位的衣下空气层厚度为 0^[4]。 G_1 服装是短袖或短裙,裸露部位较多,因此 G_1 组服装衣下空气层厚度小于 0 mm 的比例约为其他组的 1.60 倍。由服装衣下空气层厚度的分布可以看出, G_2 和 G_6 服装相对比较宽松,所以两组服装在较大空气层厚度区间上的分布比例较大,其中大于 100 mm 的空气层比例占到了 11.5%。保安族服装很肥大、羌族服装毛马甲中所含空气量也较大,导致 G_6 服装衣下空气层厚度分布较多的区间落在 10 ~ 20 mm 内,占到了 14.4%。

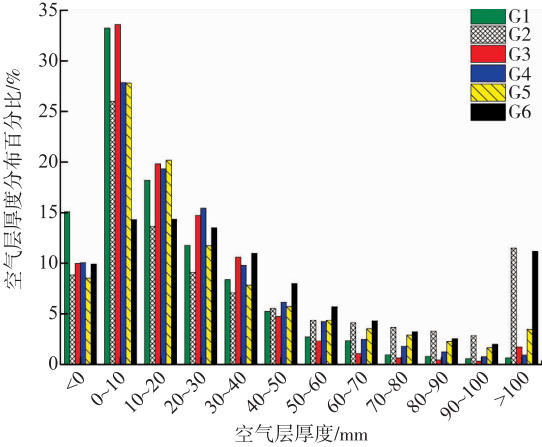
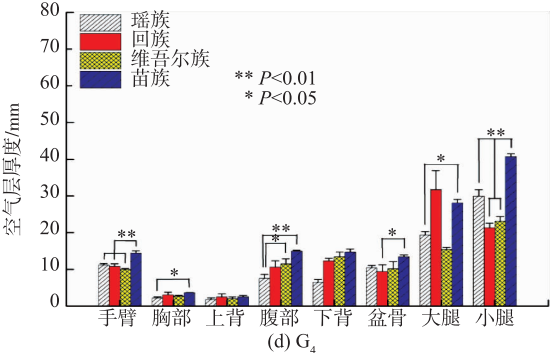
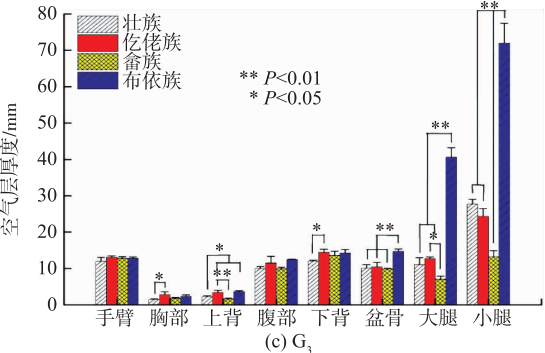
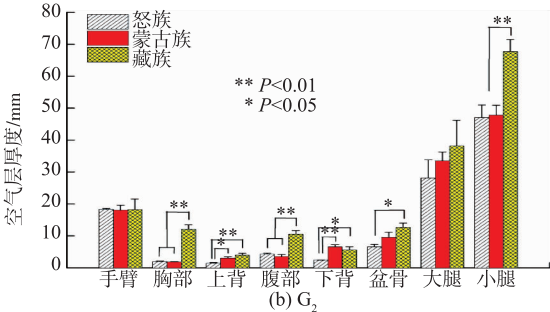
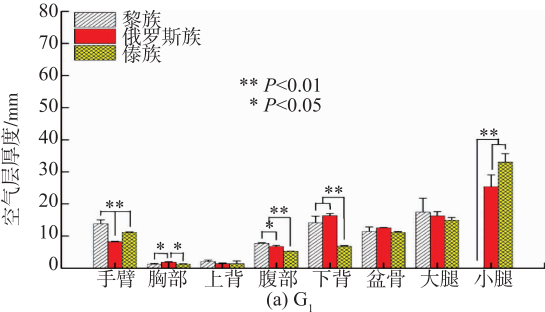


图 7 服装整体衣下空气层厚度的分布

Fig. 7 Distribution of the clothing total air gap thickness

2.2 服装局部衣下空气层

6 组服装的局部衣下空气层如图 8 和图 9 所示。



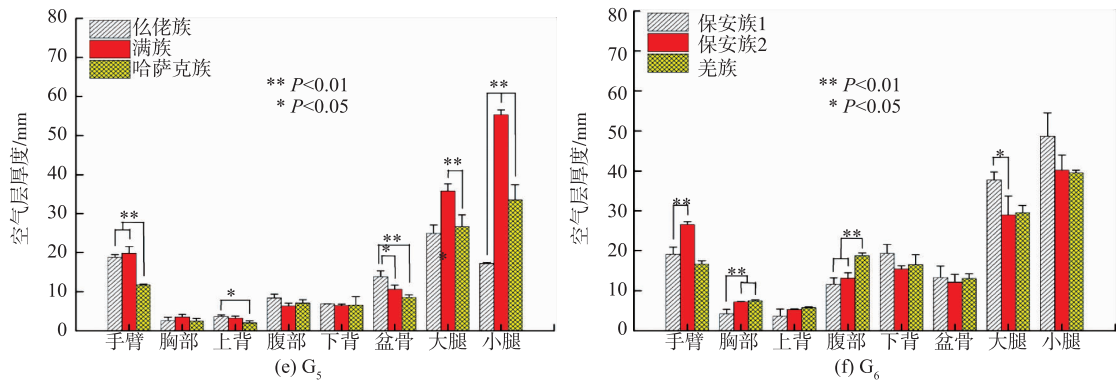


图 8 各组民族服装的局部衣下空气层厚度
Fig. 8 Local clothing air gap thickness at different body parts

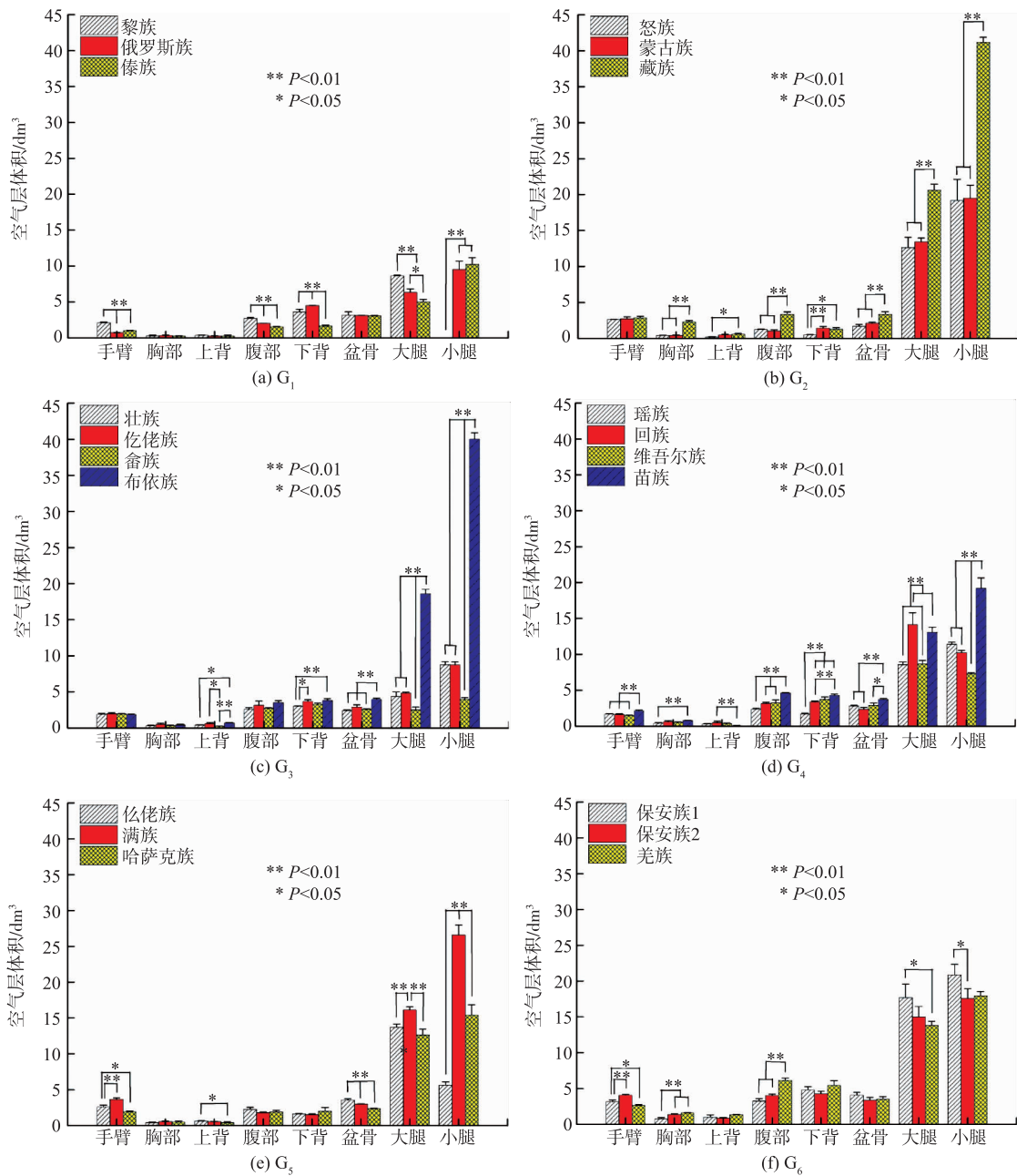


图 9 各组民族服装的局部衣下空气层体积
Fig. 9 Local clothing air volume at different body parts

由图 8 和图 9 可以看出,服装不同部位的衣下空气层分布不均匀。头手脚一般没有服装覆盖,因此这里不予考虑。躯干下部的衣下空气层厚度和体积均大于躯干上部,这与人体的形状和凹凸表面有关。一般情况下,人体曲线向里凹陷的部位处的衣下空气层较多,人体曲线向外凸起的部位衣下空气层则较少^[4,6,8,11]。而手臂处和腿部服装的款式设计基本没有完全符合人体四肢的形态,空气层的分布受人体几何形状的影响较小,此时服装自身的设计要素、款式结构、面料的物理特性(如硬挺度和褶裥灵活度等)是影响空气层分布的主要因素^[11]。四肢的衣下空气层厚度和体积较大;与人体的其他部位相比,腿部的衣下空气层厚度和体积最大,小腿处的衣下空气层厚度和体积大于大腿部位。

19 套民族服装的局部衣下空气层厚度和体积的范围分别为 1.22 ~ 72.04 mm 和 0.07 ~ 41.14 dm³。G₁ 中俄罗斯族和傣族的衬衫为短袖,所以两族服装在其手臂处的空气层体积与黎族服装相差较大(黎族服装在手臂处的空气层体积较俄罗斯族服装大 187.3%)。傣族服装腰间系带,腹部和下背部位的衣下空气层被挤压,使黎族和俄罗斯族服装在其腹部和下背部位处的衣下空气层厚度分别较傣族服装大 46.6%,138.6%,对应的空气层体积分别比傣族服装大 75.3%,172.4%。黎族下身服装为短裙,小腿处没有服装覆盖,衣下空气层与其他服装差异显著。G₂ 中藏族长袍的整个右衽衣领、长袖袖口和下摆均被厚实的毛料覆盖,大大增加了相应部位的空气层含量,因此其在胸部、腹部和小腿处的衣下空气层分布与本组其他民族服装存在显著差异。G₃ 服装覆盖人体部位的面积基本相同,除布依族外,其余各民族服装的款式结构基本相似。布依族下身是整圆长裙,堆积了大量的褶裥,在盆骨、大腿和小腿处空气层与其余各民族服装存在显著差异。畲族长裤比较合体,尤其在小腿处,差异比较明显,其空气层厚度和体积分别占布依族服装的 18.3% 和 9.9%。

G₄ 中由于服装或服装配饰的大小、形状和面积不同,导致该组中各民族服装在其身体不同部位上的局部空气层存在一定差异。G₅ 中仡佬族和满族的服装衣袖宽松肥大,哈萨克族的外层长袍则较修身,因此本组服装在其手臂处的空气层存在显著差异。满族长袍呈“A”形,仡佬族和哈萨克族长袍则呈“H”形,致使该组服装的衣下局部空气层在腿部处存在显著差异。仡佬族长袍长度较短,覆盖至人体大腿部位,所以其在小腿处的局部空气层含量

小。G₆ 中保安族服装两种穿法的差异在其手臂处最为明显,它们的空气层含量也存在显著差异。保安族 2 衣袖宽松肥大,因此此处的服装空气层厚度和体积分别较羌族的单层衣袖高 59.5% 和 54.5%。保安族 1 服装的穿法比较特殊(类似袈裟穿法,只有多半边长袍覆盖在胸部),所以胸部处的局部衣下空气层显著偏小(羌族服装胸部空气层厚度和体积较保安族 1 服装分别大 76.1% 和 109.6%)。羌族马甲是较厚的毛料,服装的硬挺度也比较大,穿着后其腹部的局部空气层含量较大(其腹部空气层厚度和体积分别较保安族 1 服装大 61.0% 和 89.7%)。

由于人体各部位在体形、体积和身体表面积等方面存在差异,服装局部衣下空气层体积的大小无法真实反映其对应部位的平均空气量的大小。但从上面的分析可以看出,服装局部衣下空气层厚度和体积之间存在一定的线性关系

$$V_{cl,i} = a_i \times d_{air,i} \tag{2}$$

式中: $V_{cl,i}$ 为服装在身体部位*i*处的局部衣下空气层体积(dm³); a_i 为身体部位*i*处上的线性拟合斜率; $d_{air,i}$ 为服装在身体部位*i*处的局部衣下空气层厚度(mm)。

考虑到人体裸态时,空气层的理论厚度和体积均为 0,所以拟合曲线需要过(0,0)点。各身体部位的数据拟合结果见表 3。由于不同部位上人体的几何形状、表面状态以及服装的款式设计不同,因此各身体部位间的拟合斜率(a 值)也存在着显著不同^[4,6,8,11]。

表 3 少数民族服装在不同身体部位处的局部空气层厚度和体积的线性关系式系数

Tab. 3 Coefficients of linear regression equations to quantify the relationship between clothing local air gap thickness and local air volume

部位名称	a_i	R^2
手臂	0.153	0.89
胸部	0.193	0.99
上背	0.184	0.77
腹部	0.298	0.96
下背	0.268	0.95
盆骨	0.269	0.90
大腿	0.467	0.94
小腿	0.470	0.89

3 结 论

文中选取了 19 套少数民族的男性传统服装,采用非接触式三维人体激光扫描仪测试并分析了民

族服装的整体和局部衣下空气层。实验选取的19套男性民族服装整体衣下空气层厚度和体积的范围分别为12.67~51.39 mm和20.07~93.06 dm³,局部衣下空气层厚度和体积的范围分别为1.22~72.04 mm和0.07~41.14 dm³。研究表明,服装的局部衣下空气层与人体各部位的几何形态、服装局部结构设计和人体穿着方式有关。紧身民族服装的衣下空气层厚度和体积均小于宽松民族服装。服装衣下空气层厚度与体积之间存在明显的线性关系,且线性关系随人体部位的不同而发生变化。服装局部衣下空气层的分布不均匀,普遍规律如下:躯干下部的衣下空气层厚度和体积大于躯干上部;四肢的衣下空气层厚度和体积较大;腿部的衣下空气层厚度和体积最大,其中小腿处的衣下空气层厚度和体积大于大腿处。

参考文献:

- [1] De Dear R, Arens E, ZHANG H, et al. Convective and radiative heat transfer coefficients for individual human body segments[J]. International Journal of Biometeorology, 1996, 40(3): 141-156.
- [2] LU Y, WANG F, WAN X, et al. Clothing resultant thermal insulation determined on a movable thermal manikin. part I: effects of wind and body movement on total resultant insulation[J]. International Journal of Biometeorology, 2015, 5(10): 1475-1486.
- [3] LU Y, WANG F, WAN X, et al. Clothing resultant thermal insulation determined on a movable thermal manikin. part II: effects of wind and body movement on local insulation[J]. International Journal of Biometeorology, 2015, 59(10): 1487-1498.
- [4] Psikuta A, Frackiewicz-Kaczmarek J, Frydych I, et al. Quantitative evaluation of air gap thickness and contact area between body and garment[J]. Textile Research Journal, 2012, 82(14): 1405-1413.
- [5] CHEN Y, FAN J, QIAN X, et al. Effect of garment fit on thermal insulation and evaporative resistance[J]. Textile Research Journal, 2004, 74(8): 742-748.
- [6] Lee Y, Hong K, Hong S A. 3D quantification of microcli-

mate volume in layered clothing for the prediction of clothing insulation[J]. Applied Ergonomics, 2007, 38: 349-355.

- [7] 史雯, 卢业虎, 王发明. 我国20个少数民族男性服装整体和局部热阻的研究[J]. 丝绸, 2015, 52(10): 11-18.
SHI Wen, LU Yehu, WANG Faming. A study on the total and local thermal insulation of Chinese male costumes from twenty minority ethnic groups[J]. Journal of Silk, 2015, 52(10): 11-18. (in Chinese)
- [8] LU Y, SONG G, LI J. A novel approach for fit analysis of thermal protective clothing using three-dimensional body scanning[J]. Applied Ergonomics, 2014, 45(6): 1439-1446.
- [9] Crockford G W, Crowder M, Prestidge S P. A trace gas technique for measuring clothing microclimate air exchange rates[J]. British Journal of Industrial Medicine, 1972, 29(4): 378-386.
- [10] Gagge A P, Burton A C, Bazett H C. A practical system of units for the description of the heat exchange of man with his environment[J]. Science, 1941, 94(2445): 428-430.
- [11] Kim Y, Lee C, LI P, et al. Investigation of air gaps entrapped in protective clothing systems[J]. Fire and Materials, 2002, 26(3): 121-126.
- [12] 王云仪, 张雪, 李小辉, 等. 基于Geomagic软件的燃烧假人衣下空气层特征提取[J]. 纺织学报, 2012, 33(11): 102-106.
WANG Yunyi, ZHANG Xue, LI Xiaohui, et al. Geomagic-based characteristic extraction of air gap under clothing[J]. Journal of Textile Research, 2012, 33(11): 102-106. (in Chinese)
- [13] Loker S, Ashdown S, Schoenfelder K. Size-specific analysis of body scan data to improve apparel fit[J]. Journal of Textile and Apparel Technology and Management, 2005, 4(3): 1-8.
- [14] 李青. 基于三维扫描的服装面积因子测评[J]. 中国个体防护装备, 2011(5): 37-41.
LI Qing. Using 3-dimension scanning system to evaluate clothing area factor[J]. China Personal Protective Equipment, 2011(5): 37-41. (in Chinese)

(责任编辑: 邢宝妹)