

# 基于服装号型的参数化人体模型控制要素分析

雷启然, 刘琴, 尚笑梅\*

(苏州大学纺织与服装工程学院, 江苏苏州 215021)

**摘要:**为建立基于某一服装号型的参数化人体模型, 结合 GB/T 1335.1—2008, 从人体数据库中筛选出 129 组 170/88A 号型的江苏地区男青年人体数据, 包括身高、颈椎高、左肩高、腰围高、内胯高、颈围、胸围、胸宽、总肩宽、臂根围、腰围、臀围、体质量 13 项; 采用 SPSS 统计软件分析数据, 找出控制要素, 建立回归方程。采用号型中间体法、基本分析法和层次分析法分析人体数据, 获得能够覆盖该号型大部分人体尺寸的标准人体内模的各控制要素尺寸。结果显示, 结合号型分类和回归方程, 可将身高、体质量、胸围、腰围、肩宽作为参数, 推断其他控制要素尺寸。控制要素尺寸以号型中间体数值作为参考, 结合基本分析法和层次分析法对其进行判断, 最终选择代表性数据作为参数化人体模型的控制要素数值。

**关键词:**服装号型; 控制要素; 人体建模; 参数化建模; 层次分析法

**中图分类号:**TS 941.17 **文献标志码:**A **文章编号:**2096-1928(2019)04-0305-06

## Human Body Control Factors Analysis of Parametric Human Modeling Based on Standard Sizing Systems of Garments

LEI Qiran, LIU Qin, SHANG Xiaomei\*

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

**Abstract:** In order to establish a parametric mannequin based on a certain garment size, combining standard of GB/T 1335.1—2008, the body data, including height, cervical height, left acromion height, waist height, perineum point height, neck girth, bust girth, bust width, shoulder width, armhole girth, waist girth, hip girth, body weigh, of 129 young men of type 170/88A in Jiangsu Province were selected. The SPSS statistical software was used for data analysis to find out the relevant control factors and establish regression equations. In addition, this paper analyzed human body data with the method of medium type intermediate, basic analysis and analytic hierarchy process (AHP), and the size of each control factor of the standard human body model capable of covering most of the human body size of the type was obtained. The results showed that height, weight, chest circumference, waist circumference and shoulder width could be used as parameters to deduce the size of other control factors according to the garment size classification and regression equation. The sizes of the control factor refer to the value of medium type intermediate, and judge by combining the basic analysis method and the analytic hierarchy process. Finally, the representative data is chosen as the control position value of the parametric human body model.

**Key words:** garment size, control factor, human body modeling, parametric modeling, analytic hierarchy process

近年来,随着网络购物和计算机视觉技术的高速发展,关于虚拟试衣系统的研究越来越多。实现虚拟试衣系统所需的关键技术有很多,相关数据库

包括体型、服装、动作捕捉、背景场景等。对于体型数据库而言,需要人体模型和服装号型调整等相关模块<sup>[1]</sup>,其中针对建立适用于虚拟试衣的服装人体

收稿日期:2018-12-17; 修订日期:2019-06-28。

基金项目:江苏省研究生科研与实践创新计划项目(KYCX18-2517)。

作者简介:雷启然(1995—),女,硕士研究生。

\*通信作者:尚笑梅(1960—),女,副教授,硕士生导师。主要研究方向为服装数字化。Email:shangxiaomei@suda.edu.cn

模型,目前有很多相关研究。

服装人体三维模型目前包括基于软件进行的人体建模、基于三维扫描技术的人体建模、基于图像的三维人体建模等。基于软件进行人体建模对软件的依赖性大,仅适用于小范围内的人体建模;基于三维扫描技术的人体建模方法较多,其中包括线框建模、实体建模、曲面建模等;基于图像的三维人体建模需要进行二维图像与三维图像之间的转换,难度较大,但有可能发展为一种非常便捷的技术<sup>[2-3]</sup>。

根据人体解剖学和人体测量学原理,人体的体型体貌可以通过体表特征点、各特征点的距离关系及人体关键的围度、高度、宽度等参数进行描述。张宏铭<sup>[4]</sup>分析了围度方面(颈围、颈根围、胸围、腰围、腹围、臀围、上臂根围、上臂最大围、小腿最小围、足围等)、长度方面(身高、上肢长、全臂长、上臂长、前臂长、小腿长等)、宽度方面(肩宽、两臂功能展开宽、大腿宽、小腿宽等)特征参数,并且将其分为输入参数、整体定位驱动、局部造型驱动、特征点定位驱动4个层次。崔树芹<sup>[5]</sup>实现了通过用户输入自己的特征尺寸参数得到自身人体模型的技术。

目前的研究大多针对参数化建模过程进行讨论,对于如何选择模型数值以及如何增加模型适用性的研究较少。文中结合 GB/T 1335.1—2008,从人体数据库中提取了满足 170/88A 号型的 129 位男性的 13 项样本数据,从参数化建模的角度分析了人体建模应选择的特征参数,并采用 SPSS 统计软件对这些样本进行相关分析和回归分析,建立回归方程,以达到采用某几个特定参数推断所有控制要素尺寸的目的。文中结合号型中间体、基础分析和层次分析的方法,对样本数据的控制要素进行分析,以便找到 170/88A 号型内标准人体内模的控制要素尺寸。

## 1 控制要素选取

建立人体模型首先要选取控制要素。控制要素应体现人体的体型特征,同时为了便于建模,控制要素不应太多。因此控制要素的选取条件是:采用尽可能少的控制要素体现尽可能多的人体体型特征。

GB/T 1335.1—2008 中以人体的胸围和腰围差来划分人体类型,并分别列出了各类体型的身高、颈椎点高、坐姿颈椎点高、全臂长、腰围高、胸围、颈围、总肩宽、腰围、臀围的分档数值。大多数要素的数据对于建立人体模型而言是必要的,但多数人体

模型都采用站立体态,因此坐姿颈椎点高不适用;同时对于虚拟试衣而言,全臂长只影响服装袖长 1 个控制尺寸,对于整体试衣效果影响不大,故在此也不选用。

描述人体特征通常从高度和围度两个方面入手。在男子号型国家标准中,身高的尺寸数据不足以描述整个人体,还需添加关于肩部和臀部高度的描述。在建立人体模型的过程中,将人体作为一个完全对称的几何体,将左肩高代替肩部高度;臀部是上半身和双腿的分界,但真正的分界点在会阴点,所以用内胯高描述臀部高度;围度方面,在男子号型国家标准的基础上,还应增添胸宽和臂根围两个数据来描述躯干和手臂的围度。

综上所述,文中选取身高、颈椎高、左肩高、腰围高、内胯高、颈围、胸围、胸宽、总肩宽、臂根围、腰围、臀围、体质量 13 个要素的数据作为人体模型的控制要素尺寸。

## 2 人体数据获取

### 2.1 人体数据库

文中所采用的实验数据均来自人体数据库。该人体数据库数据选用直接接触的测量方法,研究对象为江苏地区在校大学生,年龄范围为 18 ~ 25 岁。数据收集工作从 2008 年就已开始,测量时间在每年 9 ~ 10 月。为保证数据的准确度,全部测量在实验室中进行,平均室温  $24 \pm 3$  °C,相对湿度 50%,测量设备包括身高体质量测量仪、软卷尺等。测量人员需要经过测量培训,每个数据需要重复测量 3 次。要求男性被测者上半身裸露,下半身穿测量专用紧身衣,光脚站立,自然目视前方,呼吸平缓,不要有多余的动作。实验得出的人体数据用专用软件录入人体数据库,数据入库前经过准确性验证,确保每个数据准确、可用。

### 2.2 人体数据筛选

文中以 GB/T 1335.1—2008 为依据,筛选人体数据库中满足 170/88A 号型的男青年身体数据。根据 170/88A 号型标准,被测者身高为 168 ~ 172 cm,胸围为 86 ~ 89 cm,腰围为 72 ~ 76 cm。数据包含每位被测者的体质量值。共筛选出 129 个符合标准的样本,选取 13 个控制要素数值进行分析。

## 3 人体数据分析

### 3.1 数据预处理

**3.1.1 样本量计算** 在简单随机抽样条件下,人体各要素的抽样指标近似服从于正态分布  $N(\mu,$

$\sigma^2$ ),取置信水平为 5%,样本量的计算公式为<sup>[6]</sup>

$$n = \left( \frac{1.96 \times \sigma}{A \times \bar{X}} \right)^2 \tag{1}$$

式中: $n$  为样本量, $\sigma$  为总体的标准差, $\bar{X}$  为样本总体均值, $A$  为抽样系数。

$A$  的取值范围如下:1% ~ 2% 适用于重大科研项目;3% ~ 4% 适用于一般科研项目;5% 适用于大批量工业生产<sup>[7]</sup>。为了使研究的信度更高,文中选取  $A$  值为 1.5% 进行样本量计算,样本量  $n$  为整数。按式(1)进行计算,样本量最大值为 65,文中样本量满足实验要求。

**3.1.2 异常值检查** 对实验数据进行箱线图检查,在 129 组实验数据中剔除明显的异常值。由于颈椎点高异常,剔除 56 号、108 号,在人体数据库中重新筛选,补录数据。

**3.1.3 描述统计量** 描述统计量见表 1。由表 1 可以看出,身高、胸围和腰围完全按照 170/88A 标准筛选样本后,其余控制要素的极差仍较大。

表 1 描述统计量

Tab.1 Descriptive statistics

要素	均值	标准差	极大值	极小值
身高/cm	169.94	1.52	172.0	168.0
颈椎点高/cm	142.30	2.01	147.6	139.0
腰围高/cm	104.40	2.68	110.0	100.5
胸围/cm	87.14	1.09	89.0	86.0
颈围/cm	35.81	1.25	38.6	34.0
总肩宽/cm	47.08	2.85	51.5	39.0
腰围/cm	74.21	1.46	76.0	72.0
臀围/cm	91.60	2.59	97.0	86.0
胸宽/cm	34.97	2.02	41.5	30.0
臂根围/cm	38.35	2.33	44.0	34.0
左肩高/cm	136.94	2.37	141.8	131.0
内胯高/cm	73.94	2.62	80.0	68.0
体质量/kg	62.34	3.83	73.0	54.0

注:样本量为 129 个。

3.2 相关分析

由于文中按照 170/88A 号型筛选样本,故控制要素采用身高、胸围、腰围、体质量作为相关分析的比较对象<sup>[8]</sup>。通过 SPSS 统计软件对各高度数据与身高值进行相关分析,并将各围度数据与胸围、腰围、体质量进行相关分析。表 2 为身高与各高度之间的相关关系。由表 2 可以看出,身高与颈椎点高、左肩高、腰围高和内胯高在 0.01 水平(双侧)显

著相关,可以建立一元回归方程,从而用身高推测其他数据的数值。

表 2 身高与各高度数据的相关关系

Tab.2 Correlation between stature and height data

要素	项目	颈椎点高	左肩高	腰围高	内胯高
身高	Pearson 相关性	0.620**	0.548**	0.341**	0.314**
	显著性(双侧)	0.000	0.000	0.000	0.000
	个案数	129	129	129	129

注:\* \* 表示在 0.01 水平(双侧)上显著相关。

表 3 为体质量、胸围、腰围与各围度数据的相关关系。由表 3 可以看出,在 0.01 水平(双侧)显著相关的是臂根围与体质量、胸围以及臀围与体质量、腰围,可以建立二元回归方程;在 0.05 水平(双侧)相关的是胸宽与胸围以及颈围与腰围,虽然相关性不够高,但颈围和胸宽在虚拟试衣中重要性稍弱,故可以建立一元回归方程。而总肩宽与体质量、胸围、腰围数据均不相关,同时又是重要控制要素,所以总肩宽的值需要单独测量。

3.3 回归分析

**3.3.1 一元回归分析** 通过相关分析可以看出,能进行一元回归分析的控制要素有身高与颈椎高、身高与左肩高、身高与腰围高、身高与内胯高、胸宽与胸围、颈围与腰围。一元回归关系式为

$$\begin{cases} H_{cv} = 0.820H + 2.973 \\ H_{ls} = 0.852H - 7.829 \\ H_w = 0.602H + 2.120 \\ H_{ic} = 0.540H - 17.859 \\ B = 0.335W_c + 5.747 \\ C_n = 0.162C_w + 23.800 \end{cases} \tag{2}$$

式中: $H$  为身高; $H_{cv}$  为颈椎高; $H_{ls}$  为左肩高; $H_w$  为腰围高; $H_{ic}$  为内胯高; $B$  为胸围; $W_c$  为胸宽; $C_w$  为腰围; $C_n$  为颈围。

**3.3.2 二元回归分析** 通过相关分析可以看出,能进行二元回归分析的控制要素有臂根围与臀围。臂根围可与体质量、胸围建立二元回归方程;臀围可与体质量、腰围建立二元回归方程。

由于文中希望通过变量选择程序来构建一个最佳的预测方程,因而采用 SPSS 统计软件中逐步回归法进行回归方程建立,得出二元回归关系式为

$$\begin{cases} C_{ar} = 0.605B + 0.103W - 20.795 \\ C_h = 0.305C_w + 0.384W + 45.045 \end{cases} \tag{3}$$

式中: $C_{ar}$  为臂根围; $B$  为胸围; $W$  为体质量; $C_h$  为臀围; $C_w$  为腰围。

表 3 体质量、胸围、腰围与各围度数据的相关关系

Tab.3 Correlation between body weight, chest circumference, waist circumference and each circumference data

要素	项目	颈 围	总肩宽	胸 宽	臀根围	臀 围
体质量	Pearson 相关性	0.157	-0.087	0.043	0.244**	0.612**
	显著性(双侧)	0.076	0.330	0.608	0.005	0.000
	个案数	129	129	129	129	129
胸 围	Pearson 相关性	0.129	-0.014	0.180*	0.327**	0.104
	显著性(双侧)	0.146	0.879	0.042	0.000	0.242
	个案数	129	129	129	129	129
腰 围	Pearson 相关性	0.19*	0.156	0.031	0.170	0.318**
	显著性(双侧)	0.031	0.078	0.731	0.55	0.000
	个案数	129	129	129	129	129

注: \*\* 表示在 0.01 水平(双侧)上显著相关; \* 表示在 0.05 水平(双侧)上相关。

## 4 标准人体内模控制尺寸确定

### 4.1 号型中间值数值

在众多控制要素数值中提取每个控制要素最有代表性的数值,这些数值能够覆盖 170/88A 号型中大部分人体数据,减少人体建模过程中因参数变化产生的工作量。

在 GB/T 1335.1—2008 中,每个号型都有中间值,号型系列以各体型中间体为中心,向两边依次递减或递增,因此号型中间体数值可以作为建立人体内模的参考。但服装号型中间体数值中缺少臀根围、左肩高、内胯高和胸宽值,故还应寻找其他方式进行分析。

### 4.2 基本分析法获得人体内模数值

基本分析法是指采用基本的数理统计方法计算出每个控制要素的平均数、中位数和众数,分析后选取整数,构成人体内模控制要素数值。

基本分析法简单易行,可将平均数、中位数、众数 3 个特征值结合分析,选取最适合的控制要素数值。对于臀根围、左肩高、内胯高和胸宽值,可以采用基本分析法进行分析。

### 4.3 层次分析法获得人体内模数值

层次分析法(AHP)是美国运筹学家、匹兹堡大学萨迪教授于 20 世纪 70 年代初期提出的<sup>[9]</sup>。层次分析法是定性和定量相结合的方法,它通过系统的、多标准分层的方案,将复杂问题分解为一系列因素,然后通过主导关系形成层次结构。层次分析法的基本思想与解决复杂决策问题的人类思维和判断过程基本相同<sup>[10-11]</sup>。层次结构分为目标层、准则层和方案层,层次之间构建判断矩阵,通过判断矩阵权重的叠加,选择出合适的解决方案。

文中将层次分析法与服装号型系列相结合。图 1 为控制要素选择的层次分析模型。表 4 为方案层各控制要素尺寸。目标层即图 1 中 A 层,为从 129 组样本中选取的覆盖范围最大的控制要素尺寸;准则层即图 1 中 B 层,为身高、胸围、腰围;子准则层即图 1 中 C 层,为各控制要素尺寸,通过男子国家号型标准中身高、胸围、腰围对应的各要素构建;方案层为图 1 中 D 层,以基本分析法中均值作为中间值,向两边依次递增或递减而得到。文中选用 GB/T 1335.1—2008 中 170/88A 号型的男性人体数据进行分析,170/88A 号型表示符合身高为 168~172 cm、胸围为 86~89 cm 的男性,故 D<sub>5</sub> 胸围无数值。表 5 为各控制要素档差。

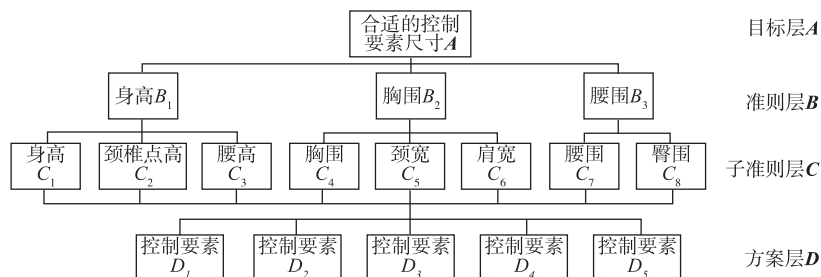


图 1 控制要素选择的层次分析模型

Fig.1 Hierarchical analysis model for control factors selection

表 4 方案层各控制要素尺寸

Tab.4 Size of each control factor of the scheme layer

方案层	身 高	颈椎点高	腰围高	胸 围	颈 围	总肩宽	腰 围	臀 围
$D_1$	168	141	102	86	34	45	72	90
$D_2$	169	142	103	87	35	46	73	91
$D_3$	170	143	104	88	36	47	74	92
$D_4$	171	144	105	89	37	48	75	93
$D_5$	172	145	106		38	49	76	94

表 5 各号型系列控制要素档差

Tab.5 Grading of the control factors in size system

分 档	主要控制要素	档差值/cm
当身高每增减 5 cm 时	颈椎高	4.0
	腰围高	3.0
当胸围每增减 4 cm 时	颈围	0.8
	总肩宽	1.0
当腰围每增减 4 cm 时	臀围	3.6

根据层次结构中下层对上层重要性的不同,可建立不同的判断矩阵。在理想号型的基础上对身高  $B_1$ 、胸围  $B_2$  和腰围  $B_3$  的重要性进行比较,可以

得出  $B \rightarrow A$  的判断矩阵;根据表 5 中号型系列规定的控制要素档差,可以得出  $C \rightarrow B$  的判断矩阵。表 6 为准则层与目标层的判断矩阵及一致性检验。层次分析法的信息来自于各层次中元素间的相对重要性,这些重要性经过量化之后形成判断矩阵。然而判断矩阵很难得到完全一致性,所以要对其进行一致性检验。CR 为一致性检验指标,当 CR 值小于 0.1 时,认为判断矩阵具有可接受的一致性。由表 6 可知,准则层与目标层的判断矩阵均通过了一致性检验。

表 6 准则层与目标层的判断矩阵及一致性检验

Tab.6 Judgment matrix and consistency test of criterion layer and target layer

描 述	$B_1/B_2/B_3 \rightarrow A$	$C_1/C_2/C_3 \rightarrow B_1$	$C_4/C_5/C_6 \rightarrow B_2$	$C_7/C_8/C_9 \rightarrow B_3$
矩阵	$\begin{bmatrix} 1 & 3 & 5 \\ 1/3 & 1 & 2 \\ 1/5 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 4/5 & 3/5 \\ 5/4 & 1 & 3/4 \\ 5/3 & 4/3 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 5 & 4 \\ 1/5 & 1 & 4/5 \\ 1/4 & 5/4 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 10/9 \\ 9/10 & 1 \end{bmatrix}$
CR	0.033	0.020	0.015	0

文中层次分析法中,目标层为最重要的一层。目标层需要从 129 组样本中挑选覆盖范围最大的控制要素尺寸。采用样本控制要素尺寸值与方案层控制要素尺寸值差值的绝对值来判断矩阵构建并计算权重,总排序权重为各层排序权重相乘后各值相加的总和。由于有 129 组样本,且准则层与目标层判断矩阵相同,对于每一个控制要素,起决定性作用的为方案层到准则层的判断矩阵。

因此,文中采用的总排序权重计算方式为:令尺寸值刚好与方案值相等的方案层权重为 1,记其样本数量为  $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5$ ,则总权重计算公式为

$$W_i = \frac{\sum_{j=1}^n W_{D_j}}{n + a_i}$$

(4)

式中: $W_i$  为各方案层总权重; $W_{D_j}$  为各样本方案层权重; $n$  为控制尺寸值与方案值不相等的样本数量; $a_i$  为控制尺寸值与方案值相等的样本数量。

以颈围为例,与方案  $D_1$  颈围值 34 cm 相等的样本数有 10 个,即  $a_1 = 10$ ;与所有方案值均不相等的样本数有 52 个,即  $n = 52$ ,则方案  $D_1$  总权重需要除以的样本数值为 62 个。表 7 为各控制要素方案层总权重。

表 7 各控制要素方案层总权重

Tab.7 Total weight of scheme layer of control factors

要 素	方案层权重					最终选择方案	尺寸/cm
身高	0.385	0.319	0.362	0.380	0.337	$D_1$	172
颈椎点高	0.411	0.498	0.361	0.338	0.211	$D_2$	142
腰围高	0.394	0.478	0.540	0.563	0.440	$D_4$	105
胸围	0.624	0.649	0.491	0.276	0.052	$D_2$	87
颈围	0.270	0.390	0.497	0.393	0.208	$D_3$	36
总肩宽	0.302	0.407	0.431	0.376	0.492	$D_3$	47
腰围	0.341	0.395	0.549	0.498	0.318	$D_3$	74
臀围	0.350	0.401	0.457	0.305	0.236	$D_3$	92

#### 4.4 3种方法获得人体内模数值比较

表8为3种方法获得人体内模数据的比较。表8中列出了最终采用的13个控制要素数值,由于采用170/88A型样本,所以身高、胸围和腰围尺寸严格按照中间体数值,其余数值根据不同方法的所得结果,将要素数值加以更改。号型中间体法参考GB/T 1335.1—2008中给出的数值,不在国家标准中的要素数值没有给出;层次分析法依赖于国家标准,故不在国家标准中的要素也没有数值。

表8 3种方法数值比较

Tab.8 Comparison of three methods

要素	中间体	基本分析			层次分析	最终采用
		平均数	中位数	众数		
身高/cm	170.0	170.0	170.0	168	172	170.0
颈椎高/cm	145.0	142.3	142.0	141	142	142.0
左肩高/cm		136.9	137.0	137		137.0
腰围高/cm	102.5	104.4	104.5	105	105	104.0
内胯高/cm		87.1	87.0	87		87.0
颈围/cm	36.8	35.8	36.0	36	36	36.0
总肩宽/cm		47.0	47.5	49		47.5
胸围/cm	88.0	87.1	87.0	87	87	88.0
腰围/cm	74.0	74.2	74.0	74	74	74.0
臀围/cm	90.0	91.6	91.5	92	92	91.0
臂根围/cm		38.3	38.2	40		38.5
胸宽/cm		35.0	35.0	35		35.0
体质量/kg		62.3	62.0	60		62.0

## 5 结 语

文中通过对129位170/88A体型的男青年人体数据进行分析,得出以下结论:

1)考虑方便建立参数化人体模型,选取身高、颈椎高、左肩高、腰围高、内胯高、颈围、总肩宽、胸围、腰围、臀围、臂根围、胸宽和体质量13个要素。

2)对上述13个要素进行数据分析,建立一元回归模型和二元回归模型,使得参数化人体模型主要控制规格都可以由身高、体质量、肩宽、胸围、腰围获取。

3)对于人体数据,采用号型中间体法和基础分析法进行初步分析,再运用层次分析法分析参数化人体模型内模尺寸,提出针对大范围样本容量的总权重计算。结合上述3种分析方法,确定了170/88A号型的标准人体内模尺寸。

#### 参考文献:

- [1] CORDIER F, SEO H, MAGNENAT-THALMANN N. Made-to-measure technologies for an online clothing store[J]. IEEE Computer Graphics and Applications, 2003, 23(1): 38-48.
- [2] 郭梦洁, 尚笑梅. 服用三维人体建模方法综述[J]. 现代丝绸科学与技术, 2017, 32(5): 38-40.  
GUO Mengjie, SHANG Xiaomei. A review of three-dimensional human body modeling methods[J]. Modern Silk Science and Technology, 2017, 32(5): 38-40. (in Chinese)
- [3] 张小妞, 王军, 张春媛. 数字化服装三维人体建模方法综述[J]. 山东纺织科技, 2018, 59(3): 44-47.  
ZHANG Xiaoniu, WANG Jun, ZHANG Chunyuan. Summary of 3D garment modeling methods in digital garment[J]. Shandong Textile Science and Technology, 2018, 59(3): 44-47. (in Chinese)
- [4] 张宏铭. 基于特征的三维服装人体参数化建模方法研究[D]. 厦门: 厦门大学, 2009.
- [5] 崔树芹. 三维虚拟试衣系统中参数化人体建模技术的研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2006.
- [6] 牛全林. 上海地区90后少女体型与服装原型研究[D]. 上海: 东华大学, 2011.
- [7] 邓椿山, 李琴, 周莉, 等. 体型分析在观测服装号型适应性上的应用[J]. 纺织学报, 2017, 38(1): 111-115.  
DENG Chunshan, LI Qin, ZHOU Li, et al. Application of body shape analysis in observation of clothing size adaptability[J]. Journal of Textile Research, 2017, 38(1): 111-115. (in Chinese)
- [8] 穆红, 陆鑫, 王殿富. 基于身高体重的辽宁男大学生校服号型[J]. 纺织学报, 2012, 33(1): 107-110.  
MU Hong, LU Xin, Wang Dianfu. Series of students uniform size design based on male college students' height and weight in Liaoning Province[J]. Journal of Textile Research, 2012, 33(1): 107-110. (in Chinese)
- [9] BONA G D, SILVESTRI A, FORCINA A, et al. AHP-IFM target: an innovative method to define reliability target in an aerospace prototype based on analytic hierarchy process[J]. Quality and Reliability Engineering International, 2017, 33(8): 1731-1751.
- [10] SHANG X M, XING X Y, GAO P P. Hierarchical analysis method and model based data of controlling parts of the body for clothing[J]. Journal of Fiber Bioengineering and Informatics, 2014, 7(4): 479-494.
- [11] 郑爱花, 罗戎蕾, 晁霞. 层次分析法在网购服装选择号型中的应用[J]. 浙江理工大学学报, 2009, 26(5): 687-690.  
ZHENG Aihua, LUO Ronglei, CHAO Xia. The application of AHP approach to garment sizes selections[J]. Journal of Zhejiang Sci-Tech University, 2009, 26(5): 687-690. (in Chinese)

(责任编辑: 沈天琦, 邢宝妹)