

# 基于三维人体测量的青年男性肩部形态分类

阮婷<sup>1</sup>, 袁惠芬<sup>\*1,2</sup>, 韦玉辉<sup>1,2</sup>, 夏威<sup>3</sup>

(1. 安徽工程大学 纺织服装学院, 安徽 芜湖 241000; 2. 安徽工程大学 纺织面料安徽省高校重点实验室, 安徽 芜湖 241000; 3. 安徽红爱实业股份有限公司, 安徽 安庆 246500)

**摘要:**为提高青年男性服装肩部的合体度,采用三维人体测量获取前肩宽、左肩斜度、胸背宽比等10个肩部相关数据,对样本数据进行统计分析。通过对肩部变量进行变量聚类及相关指数计算,提取前肩宽、左肩斜度和胸背宽比作为肩部形态典型指标,采用典型指标对样本进行K-means聚类,组合形成27类肩部形态。分析得出,在反身肩型时,肩宽对肩型的影响不明显,肩斜对肩型的影响较明显;在平直肩型和屈身肩型时,肩宽和肩斜对肩型均有一定影响。肩斜度居中时,胸背宽比对肩型的影响较明显;在平肩和斜肩时,胸背宽比对肩型影响较不明显。

**关键词:** 三维人体测量;青年男性肩部;变量聚类;K-means 聚类

**中图分类号:** TS 941.17 **文献标志码:** A **文章编号:** 2096-1928(2020)06-0488-05

## Young Male Shoulder Morphology Classification Based on Three-Dimensional Body Measurement

RUAN Ting<sup>1</sup>, YUAN Huifen<sup>\*1,2</sup>, WEI Yuhui<sup>1,2</sup>, XIA Wei<sup>3</sup>

(1. School of Textile and Clothing, Anhui Polytechnic University, Wuhu 241000, China; 2. Anhui Provincial Key Laboratory of Textile Fabric, Anhui Polytechnic University, Wuhu 241000, China; 3. Hong'ai Anhui Industrial Co., Ltd., Anqing 246500, China)

**Abstract:** In order to improve the fit of the shoulder position of young men, 10 shoulder-related variables including front shoulder width, left shoulder slope and chest-to-back width ratio were obtained through three-dimensional body measurement. The sample data was statistically analyzed. The results show that using variable clustering and related index calculations on shoulder variables, the front shoulder width, left shoulder slope and chest-to-back width ratio were extracted as typical indicators of shoulder shape. K-means clustering was performed on the samples with typical indicators respectively, and combined them to 27 types of shoulder shapes. The analysis showed that in the case of the reflexive shoulder shape, the influence of shoulder width on the shoulder shape was not obvious and the influence of shoulder oblique on the shoulder shape was more obvious. In the straight shoulder shape and the bent shoulder shape, the influence of shoulder width and shoulder oblique on the shoulder shape were large. When the shoulder slope is in the middle, the chest-to-back width ratio has more obvious influence on the shoulder shape; when the shoulders were flat or oblique, the chest-to-back width ratio had less obvious influence on the shoulder shape.

**Key words:** three-dimensional body measurement, young male shoulders, variable clustering, K-means clustering

随着生活水平的提高,服装市场迫切需要建立准确细致的样板库以满足消费者对服装合体度和舒适度的要求。肩部作为西装、衬衫等款式设计的重要部位,不仅影响着装的舒适性,还影响领、袖等

收稿日期:2020-04-28; 修订日期:2020-10-12。

基金项目:安徽省重点研究与开发计划面上攻关项目(201904a05020067)。

作者简介:阮婷(1995—),女,硕士研究生。

\*通信作者:袁惠芬(1972—),女,教授,硕士生导师。主要研究方向为服装数字化。Email:yuanhuifen@hotmail.com

部位的合体度及造型。目前,对肩部的研究主要涉及肩部形态分类、肩部结构设计影响因子、人体肩部结构与衣身前后肩斜角的关系和肩部测量的影响因素等。张金花等<sup>[1]</sup>运用 SPSS 分析,将肩宽和右肩斜度作为肩部的特征变量,并得出多数人特征变量的范围。贺莉文<sup>[2]</sup>采用 AGNES 凝聚层次聚类方法将肩型按肩弓系数分为平直、标准和弓形 3 种。石玲<sup>[3]</sup>分析了肩宽、肩斜度和肩线对服装肩部结构设计的影响。李小辉等<sup>[4]</sup>将身体质量指数作为影响肩部厚度的参数,通过 SPSS 分析衣身肩斜角和人体肩部结构主要影响因素之间的回归关系。潘春宇等<sup>[5]</sup>引入非常用测量部位“肩腰斜线”,推演出女上体后肩斜度的反三角函数。洪正琳等<sup>[6]</sup>通过对左肩高、肩宽直等 6 个部位分析,发现肩斜度对肩点获取影响不显著,冲肩对肩点获取影响显著。

在前人研究的基础上,文中选择三维人体测量技术收集肩部数据,运用变量聚类和特征指标算法提取肩部典型指标,结合 K-means 聚类和组合计算实现肩部形态的分类,统计不同肩部形态的人数,分析典型指标对肩部形态的影响。研究结果为青年男性肩部形态的细分提供参考。

# 1 人体数据采集实验及数据预处理

## 1.1 测量仪器及测量条件

测量仪器:3D Camedia 非接触三维人体扫描仪,北京博维恒信科技发展有限公司制造。

测量条件:参照 GB/T 23698—2009<sup>[7]</sup>,实验环境符合裸体测量要求,温度为(25±2)℃,相对湿度为(65±5)%。

## 1.2 测量要求

被测量者穿着实验室提供的专用人体测量服,头戴白色泳帽,赤足;不得佩戴手表、眼镜、戒指、耳钉等饰品。被测量者按要求站在指定位置,双手握拳离大腿距离约 5~8 cm。实验时,被测量者自然呼吸,目视前方,尽量保持平稳。

## 1.3 肩部相关变量

肩部相关变量如表 1 所示。参考 GB/T 16160—2017<sup>[8]</sup>,选定颈围、总肩宽、前肩宽、袖窿深、前胸宽、后背宽、左肩斜度和右肩斜度 8 个肩部测量项目,结合胸背宽比和肩弓系数 2 个肩部派生项目,共计 10 个肩部相关变量。

表 1 肩部相关变量		
Tab.1 Shoulder-related variables		
分 类	变 量	定 义
肩部 测量 项目	颈围	自颈窝点、经左颈肩点和第 7 颈椎点到右颈肩点各向上 3 cm 围量一周的长度
	总肩宽	左肩端点经过第 7 颈椎点量至右肩端点的距离
	前肩宽	从人体前面测量左右肩端点之间的距离
	袖窿深	腋下点至肩点的垂直距离
	前胸宽	右前腋点至左前腋点的体表长度
	后背宽	右后腋点至左后腋点的体表长度
	左肩斜度	左肩线(左颈肩点到左肩点的直线)相对于水平线的角度
	右肩斜度	右肩线(右颈肩点到右肩点的直线)相对于水平线的角度
	肩部派生项目	胸背宽比 后背宽/前胸宽 肩弓系数 前肩宽/总肩宽

其中,胸背宽比用来评价肩部形态。胸背宽比越大,人体的后背宽与前胸宽的差值越大,肩胛骨较为突出,背部弯曲明显,呈现出明显的屈身体型;胸背宽比越小,人体的后背宽与前胸宽的差值越小,背部隆起较小,胸部前挺,呈现出明显的反身体型<sup>[9]</sup>。肩弓系数用来衡量弓背体型的后凸或弯曲程度。肩弓系数越大,肩胛骨后凸或弓形程度越小,两肩端点前凸程度越小。肩弓系数越小,肩部后凸或弯曲程度越大,肩端点前凸程度越大<sup>[10]</sup>。

## 1.4 实验对象及样本容量

实验对象为某大学的青年男性大学生和研究生,年龄为 18~25 岁,身高为 160~190 cm,体重为 45~98 kg。样本容量  $N$  计算公式为

$$N = \frac{1.96^2 (CV)^2}{A^2}$$

(1)

式中:CV 为变异系数,CV = 标准差/均值;A 为相对误差,A 取 3%。

肩部相关变量的基本统计量见表 2。按变量中最大变异系数 0.185,代入式(1),得出样本容量最少应不低于 147。考虑到实际测量存在异常值等情况,将样本容量设为 400。

表 2 中变异系数 CV 用来衡量样本某变量的离散程度,CV 值越大说明变量的离散程度越大,数据差异越大,反之则越小<sup>[11]</sup>。由表 2 可知,该组青年男性肩部形态差异较大的前 3 个变量依次为左肩斜度、右肩斜度和胸背宽比,差异较小的前 3 个变量依次为总肩宽、前肩宽和肩弓系数。

表 2 肩部相关变量的基本统计量

Tab.2 Basic statistics of shoulder-related variables

项 目	颈围/ cm	总肩宽/ cm	前肩宽/ cm	左肩斜度/ (°)	右肩斜度/ (°)	袖窿深/ cm	前胸宽/ cm	后背宽/ cm	胸背宽比	肩弓系数
均 值	37.347	44.873	42.189	23.282	21.808	11.327	36.551	34.897	0.958	0.941
标准差	1.909	2.144	1.764	4.317	3.901	0.847	2.764	2.514	0.081	0.028
CV 值	0.051	0.048	0.042	0.185	0.179	0.075	0.076	0.072	0.085	0.029

1.5 数据测量及预处理

为了减少三维人体测量误差,需对同一个样本进行 3 次测量并取平均值作为分析数据。运用 SPSS 软件中箱式图对 400 个原始数据进行奇异性检测,剔除 27 个无效值,最终参与分析的有效数据为 373 个。采用 Q-Q 图检验肩部相关变量的正态性,结果均通过正态性检验。

2 肩部形态分类

2.1 肩部相关变量的聚类分析

聚类分析是将对象的集合分组为由相似的对象组成的多个类的分析过程,其中变量聚类是根据各变量之间的相关性和亲密性进行分类<sup>[12]</sup>。运用 SPSS 软件对 373 个有效个体的 10 个肩部相关变量进行变量聚类分析,以 Pearson 相关性作为测度,按最远距离法作为聚类方法,生成的肩部相关变量聚类树形图如图 1 所示。

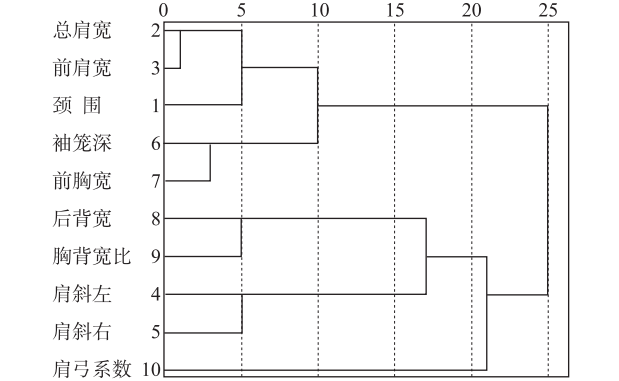


图 1 肩部相关变量聚类树形图

Fig.1 Cluster tree of shoulder related items

根据图 1,结合变量相似性及专业知识,将 10 个肩部相关变量聚为 4 类。第 1 类由总肩宽、前肩宽、颈围、袖窿深和前胸宽 5 个变量构成;第 2 类由后背宽和胸背宽比 2 个变量构成;第 3 类由左肩斜度和右肩斜度 2 个变量构成;第 4 类由肩弓系数 1 个变量构成。

2.2 典型指标的选择

为简化肩部形态分析,聚类结束后可在各类变量中选取典型指标,选取原则为典型指标具有代表性且易测量。根据变量相关指数的大小确定其代

表性<sup>[13]</sup>,计算公式为

$$\overline{R_j^2} = \frac{\sum r^2}{m_j - 1} \quad (2)$$

式中: $r$  为指标  $x_j$  与同类中其他指标间的相关系数; $m_j$  为指标  $r$  所在类的指标个数。取  $\overline{R_j^2}$  最大的项目为特征指标。

肩部相关变量相关指数见表 3。由表 3 可知,第 1 类中,前肩宽的  $\overline{R_j^2}$  最大,故选择前肩宽作为第 1 类的典型指标。第 2 类和第 3 类中,  $\overline{R_j^2}$  后背宽 =  $\overline{R_j^2}$  胸背宽比,  $\overline{R_j^2}$  左肩斜度 =  $\overline{R_j^2}$  右肩斜度,结合专业知识,选择肩部形态差异大的变量作为典型指标,故选择胸背宽比和左肩斜度作为第 2 类和第 3 类的典型指标。第 4 类中仅有肩弓系数 1 个变量,而该组青年男性肩弓系数差异性最小,故不将肩弓系数作为肩部分类的典型指标。综上所述,分析选择前肩宽、胸背宽比和左肩斜度作为肩部的典型指标。

表 3 肩部相关变量相关指数

Tab.3 Correlation index of shoulder related variables

类 别	部 位	相关指数
1	总肩宽	0.285
	前肩宽	0.324
	颈围	0.213
	袖窿深	0.186
	前胸宽	0.238
2	后背宽	0.305
	胸背宽比	0.305
3	左肩斜度	0.278
	右肩斜度	0.278

2.3 肩部形态分类

参考肩斜分类方法<sup>[14]</sup>,运用 K-means 聚类将肩部形态按胸背宽比分为 3 类,经过 7 次迭代以后收敛,迭代终止,迭代历史记录见表 4。

通过方差分析检验分类结果,可知 F 检验值 0,小于 0.05,证明分类合理。由表 5 所示的最终聚类中心数据可得出:第 1 类胸背宽比最小,说明人体的后背宽小于前胸宽,背部隆起小,胸部挺直,定义为反身肩型;第 2 类胸背宽比居中,最接近 1,说明前胸宽和后背宽差距较小,2 条线段趋于重合状态,定

义为平直肩型;第 3 类胸背宽比最大,说明人体的后背宽大于前胸宽,肩胛骨较为突出,背部弯曲明显,呈现出屈身肩型。

表 4 迭代历史记录  
Tab.4 Iterative history

迭 代	聚类中心内的更改		
	1	2	3
1	0.072	0.008	0.064
2	0.027	0.007	0.026
3	0.008	0.003	0.006
4	0.003	0.001	0.002
5	0.002	0.001	0.000
6	0.000	0.001	0.001
7	0.000	0.000	0.000

表 5 最终聚类中心与聚类中的案例数  
Tab.5 Final cluster centers and number of cases in cluster

聚 类	胸背宽比	人数/人	占比/%
1	0.877	121	32.44
2	0.973	175	46.92
3	1.075	77	20.64

依据胸背宽比的聚类结果将肩部形态分成反身肩型 F(0.765 ~ 0.924)、平直肩型 T(0.925 ~ 1.023)、屈身肩型 Q(1.024 ~ 1.172)。其中,反身

表 6 反身肩型分类

Tab.6 Reflexive shoulder type classification

平肩 P	样本数量/人	正常肩斜 A	样本数量/人	斜肩 X	样本数量/人
P <sub>FS</sub>	12	A <sub>FS</sub>	18	X <sub>FS</sub>	7
P <sub>FB</sub>	8	A <sub>FB</sub>	19	X <sub>FB</sub>	15
P <sub>FL</sub>	7	A <sub>FL</sub>	23	X <sub>FL</sub>	12

平直肩型分类见表 7。其中,“T”为平直肩型,“S”为窄肩,“B”为正常肩宽,“L”为宽肩。由表 7 可知,肩部形态呈现平直肩型时,窄肩、正常肩宽和

表 7 平直肩型分类

Tab.7 Flat shoulder type classification

平肩 P	样本数量/人	正常肩斜 A	样本数量/人	斜肩 X	样本数量/人
P <sub>TS</sub>	11	A <sub>TS</sub>	23	X <sub>TS</sub>	4
P <sub>TB</sub>	23	A <sub>TB</sub>	38	X <sub>TB</sub>	25
P <sub>TL</sub>	14	A <sub>TL</sub>	18	X <sub>TL</sub>	19

屈身肩型分类见表 8。其中,“Q”为屈身肩型,“S”为窄肩,“B”为正常肩宽,“L”为宽肩。由表 8 可知,肩部形态呈现屈身肩型时,窄肩、正常肩宽和宽肩人数有所差距;平肩、正常肩斜和斜肩人数也

表 8 屈身肩型分类

Tab.8 Bend shoulder type classification

平肩 P	样本数量/人	正常肩斜 A	样本数量/人	斜肩 X	样本数量/人
P <sub>QS</sub>	4	A <sub>QS</sub>	15	X <sub>QS</sub>	10
P <sub>QB</sub>	13	A <sub>QB</sub>	9	X <sub>QB</sub>	8
P <sub>QL</sub>	2	A <sub>QL</sub>	9	X <sub>QL</sub>	7

肩型、平直肩型、屈身肩型分别为 121,175,77 人,分别占比 32.44%,46.92% 和 20.64%。

同理,运用 K-means 聚类将肩部形态按左肩斜度分为:平肩 P(12.000° ~ 20.650°)、正常肩斜 A(20.651° ~ 25.867°)、斜肩 X(25.868° ~ 33.600°)。其中,平肩、正常肩斜、斜肩分别为 94,172,107 人,分别占比:25.20%,46.92% 和 28.69%。将肩部形态按前肩宽分为:窄肩 S(37.367 ~ 41.067 cm)、正常肩宽 B(41.068 ~ 43.000 cm)、宽肩 L(43.001 ~ 46.200 cm)。窄肩、正常肩宽、宽肩分别为 104,153,116 人,分别占比:27.88%,41.02% 和 31.10%。

胸背宽比、左肩斜度和前肩宽分别从挺身屈身状态、肩斜度和肩宽这 3 个方面描述了肩部的形态。为使肩部形态描述更加合理全面,以此 3 个方面为基础,经组合后共获得 27 种肩部形态。

反身肩型分类见表 6。其中,“F”为反身肩型,“S”为窄肩,“B”为正常肩宽,“L”为宽肩。由表 6 可知,在肩部形态呈现反身肩型时,窄肩、正常肩宽和宽肩人数接近;平肩、正常肩斜和斜肩人数差距较大。故在反身肩型时,肩宽对肩型的影响不明显,肩斜对肩型的影响较明显。

宽肩人数差距较为明显;平肩、正常肩斜和斜肩人数差距也较为明显。故在平直肩形态时,肩宽和肩斜对肩型的影响均较大。

有所差距,但对比表 7 平直肩型时的人数差距,可知在屈身肩型形态时,肩宽和肩斜对肩部形态有一定影响,但其影响小于平直肩型时肩宽和肩斜对肩部形态的影响。

根据表6~表8中各类样本数量可知,该组青年男性肩部形态中,屈身平肩宽肩( $P_{OL}$ )人数最少,平直正常肩斜正常肩宽( $A_{TB}$ )人数最多。当肩斜度居中时,反身正常肩斜( $A_F$ )、平直正常肩斜( $A_T$ )、屈身正常肩斜( $A_Q$ )之间的样本数量相差较大,胸背宽比对肩型的影响较为明显;而在平肩和斜肩中,胸背宽比对肩型影响较不明显。

### 3 结 语

1)样本 CV 值反映的青年男性肩部形态的10个变量中左肩斜度、右肩斜度和胸背宽比差异较大,而总肩宽、前肩宽和肩弓系数差异较小。

2)对样本进行变量聚类和相关指数计算,将前肩宽、左肩斜度和胸背宽比作为代表青年男性肩部形态的3个典型指标。

3)分别对3个典型指标进行 K-means 聚类分析,组合得出27类肩部形态。分析得出:反身肩型的肩宽对肩型影响不明显,肩斜对肩型影响较明显;平直肩型和屈身肩型的肩宽和肩斜对肩型均有一定影响。当肩斜度居中时,胸背宽比对肩型的影响较明显;在平肩和斜肩中,胸背宽比对肩型影响较不明显。

#### 参考文献:

- [1] 张金花,王宏付.基于三维人体测量的女性肩部研究[J].纺织学报,2011,32(5):95-97.  
ZHANG Jinhua, WANG Hongfu. Study of womens' shoulder based on 3D body measurement[J]. Journal of Textile Research,2011,32(5):95-97. (in Chinese)
- [2] 贺莉文.基于肩截面曲线的弓背型青年男体细分与识别模型[D].苏州:苏州大学,2018.
- [3] 石玲.服装肩部结构及其相关因素分析[J].浙江纺织服装职业技术学院报,2008(2):29-33.  
SHI Ling. Analysis of garment shoulder framework and the relevant factors[J]. Journal of Zhejiang Fashion Institute of Technology,2008(2):29-33. (in Chinese)
- [4] 李小辉,张思严,赵楚瞳,等.衣身肩斜角与人体体型特征的关系[J].纺织学报,2018,39(11):111-115.  
LI Xiaohui, ZHANG Siyan, ZHAO Chutong, et al. Relationship between garment shoulder angle and characteristics of human body[J]. Journal of Textile Research,2018,39(11):111-115. (in Chinese)
- [5] 潘春宇,吕吉,梁惠娥,等.女上体肩斜度测量与其反三角函数推演[J].纺织科技进展,2011(6):69-72.  
PAN Chunyu, LV Ji, LIANG Hui'e, et al. The measurement of female body's shoulder slope and the deduction about its

anti-trigonometric function[J]. Progress in Textile Science and Technology,2011(6):69-72. (in Chinese)

- [6] 洪正琳,乐逸朦,吴尚,等.人体肩部形态对肩点获取的影响研究[J].浙江纺织服装职业技术学院学报,2016,15(3):25-30.  
HONG Zhenglin, LE Yimeng, WU Shang, et al. Study on the influence of human shoulder morphology on the acquisition of acromion points[J]. Journal of Zhejiang Fashion Institute of Technology,2016,15(3):25-30. (in Chinese)
- [7] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.三维扫描人体测量方法的一般要求:GB/T 23698—2009[S].北京:中国标准出版社,2009.
- [8] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.服装用人体测量的尺寸定义与方法:GB/T 16160—2017[S].北京:中国标准出版社,2017.
- [9] 韩思琪,刘娟.北京地区胖体中年女性的体型划分研究[J].北京服装学院学报(自然科学版),2019,39(3):1-6,15.  
HAN Siqi, LIU Juan. Study on body type classification of fat middle-aged women in Beijing[J]. Journal of Beijing Institute of Clothing Technology (Natural Science Edition),2019,39(3):1-6,15. (in Chinese)
- [10] 贺文军,石小强,王宏付.青年女性肩部弯度特征及对贴体女上装结构影响[J].纺织学报,2016,37(10):94-100.  
HE Yijun, SHI Xiaoqiang, WANG Hongfu. Camber features of women's shoulder and influence thereof on fitted clothes' structure[J]. Journal of Textile Research,2016,37(10):94-100. (in Chinese)
- [11] 黄英,崔志英,夏明.华东地区成年女性下体体型研究[J].东华大学学报(自然科学版),2012,38(3):297-302.  
HUANG Ying, CUI Zhiying, XIA Ming. Research on lower body shape of adult female in east china[J]. Journal of Donghua University (Natural Science Edition),2012,38(3):297-302. (in Chinese)
- [12] 刘爱玉,田志鹏.SPSS 数据分析教程[M].北京:北京大学出版社,2017.
- [13] 张中启,刘驰,张欣,等.西部地区男大学生下体特征指标研究[J].西安工程大学学报,2008(4):465-468.  
ZHANG Zhongqi, LIU Chi, ZHANG Xin, et al. Research on the characteristic indexes of male students' lower body in the west China[J]. Journal of Xi'an Polytechnic University,2008(4):465-468. (in Chinese)
- [14] 张文斌,方方.服装人体工效学[M].上海:东华大学出版社,2008:141-143.

(责任编辑:卢杰)