

基于曲线特征青年女性下体躯干体形美研究

姚晓凤¹, 王建萍¹, 骆顺华², 丁祯娴¹, 邱子闻¹

(1. 东华大学 服装与艺术设计学院, 上海 200051;

2. 山东工艺美术学院 服装学院, 山东 济南 250300)

摘要:为找出影响女性下体躯干体形美的关键因素以及较美女性下体躯干体形的相关形态特征,采用曲线函数化方法表述女性下体躯干体形矢状面、冠状面和臀凸点水平面的曲线特征,并将其与女性下体躯干体形美的主观评价进行相关分析。结果表明,男性和女性对女性下体躯干体形美的判别趋势一致,但男性的评判标准要高于女性;较美女性下体躯干体形的特征为腰腹部较扁平、臀部较丰满上翘;较美女性下体躯干体形量化值为矢状面视图中腰围平面到臀凸点平面的垂直距离与臀凸点平面到大腿根围平面的垂直距离比值为1.30:1.00~2.00:1.00,腰厚与臀厚的比值为1.00:1.15~1.00:1.30。该研究为后续束裤的设计提供了理论依据,并可作为评价束裤塑形作用的参考标准。

关键词:女性下体;躯干体形;曲线函数化;束裤;形状特征

中图分类号:TS 941.17

文献标志码:A

文章编号:1000-4033(2018)03-0059-05

Research on Body Shape Beauty of Young Women's Lower Body Based on Curves Characteristics

Yao Xiaofeng¹, Wang Jianping¹, Luo Shunhua², Ding Zixian¹, Qiu Ziwen¹

(1. Fashion and Art Design Institute, Donghua University, Shanghai 200051, China;

2. Fashion Design Institute, Shandong University of Art and Design, Jinan, Shandong 250300, China)

Abstract: In order to find out the critical factors affecting the beauty of women's lower body and the related morphological features of the more-attractive women's lower body, curvilinear function was used to describe the curve features of women's lower body from coronal plane, sagittal plane and horizontal plane of hip convex point views, and the correlation analysis between the curve features and subjective evaluation of women's lower body's beauty was studied. The results show that men and women have the same opinion on the beauty of women's lower body, but men have a more critical eye than women. A beautiful lower body shape has a flat waist and abdomen and full buttocks with relatively high bumps. The ratio of the distance from waist to buttock bumps to the distance from buttock bumps to thigh root is about 1.30:1.00~2.00:1.00, and the ratio of waist depth to hip depth is about 1.00:1.15~1.00:1.30. It provides a theoretical basis for the shaping pants design, which can be used as a reference standard for evaluating the shaping effect of shaping pants.

Key words: Lower Body Part of Female; Body Shape; Curve Function; Shaping Pants; Shape Feature

女性下体躯干体形是指女性腰腹臀部的形态,是影响女性体形美的重要组成部分。明确较美女性

下体躯干体形特征不仅可以使女性对自己的体形进行深入了解,还可以指导束裤等功能性塑身服装

的设计^[1-3]。国外已有研究表明, Waist-to-Hip Ratio(腰臀围度比,简称 WHR)是表征女性下体躯干体

基金项目:上海市大学生创新创业训练项目(sh201510255014);中央高校基本科研业务费专项资金(CUSF-DH-D-2014064)。

作者简介:姚晓凤(1988—),女,博士生。主要从事内衣结构方面的研究。

通讯作者:王建萍(1962—),女,教授,博士生导师。E-mail:wangjp@dhu.edu.cn。

形美的一个重要指标,正常体重下女性的 WHR 为 0.700 时, 体形较美^[4-5]; 同时, 不美臀形的主要特点有不够凸出、不够丰满、过于肥胖和下垂^[6-7]。但是这些研究大多针对欧美人群, 而不同的种族背景对女性体形美的认知也有一定影响^[8]。针对中国女性下体躯干体形美的指标, 有研究指出, 中国女性最美下体躯干体形的 WHR 为 0.734, 但与女性体形美呈弱相关关系^[9], 女性下体正面视图美与 Body Mass Index(体质指数, 简称 BMI)呈正线性相关关系^[10]。但对于最美女性下体体形(躯干部分)的细部形状特征研究较少, 而束裤等塑身服装正是通过对细部特征的改变来改善女性下体体形。因此, 目前仍需对中国女性下体躯干体形美进行深入探讨。

本文首先提取女性下体躯干体形主要轮廓曲线并进行曲线函数化分析, 然后结合女性下体躯干体形美的主观评价得分, 得到女性下体躯干体形美的影响因素, 并分析较美下体体形的特征, 试验结论可为束裤等功能性塑身服装提供设计依据。

1 试验部分

1.1 体形评价者

随机选取 82 名体形评价者, 其中男性 36 名, 女性 46 名, 年龄为 18~35 岁, 46.3% 的评价者为从事服装专业的相关人员。

1.2 试验对象及样本处理

采用三维扫描的方式对年龄在 18~35 岁且发育完全的青年女性进行样本采集, 共采集有效样本 263 个, 样本的具体统计信息见表 1。在前期研究中发现, 评价者使用三维实物模型和虚拟模型对评价试验结果的影响无显著性差异^[8], 因此, 本试验采用较为方便的三维

虚拟模型。采用随机抽样的方法从 263 名女性下体(躯干部分)模型中抽取 69 个样本。

因为本试验的目的是探讨最美女性下体躯干体形的细部特征, 而人体下体体形不可能完全对称, 为了尽量减少其他因素对下体体形美的影响, 对各下体体形进行轴对称处理。女性下体躯干体形曲线的提取位置如图 1a 所示, 提取的各下体体形矢状面、冠状面和臀凸点水平面的曲线图像分别如图 1b、图 1c、图 1d 所示。

1.3 曲线函数化

将曲线函数化处理可以辅助分析曲线特征, 椭圆傅里叶分析可以以多次谐波的形式无限逼近曲线, 并且对其进行归一化处理后具有尺度变化、旋转变换、起始点变化后的不变性以及保存完整形状

信息的优点^[11]。椭圆傅里叶分析法已被广泛用于各类曲线的拟合, 其拟合结果优良^[12-13]。因此, 本文选用归一化椭圆傅里叶描述子来描述下体体形曲线的特征。

1.3.1 椭圆傅里叶描述子

边界链码是进行曲线椭圆傅里叶变换的基础, 本文采用 Freeman 的方法^[11], 将 4 个相邻方格的 8 个外部节点进行逆时针 0~7 编码, 则可以用这 8 个数字来表示边界的形状。因为边界连续封闭并且具有周期, 根据傅里叶级数的定义, 任何周期函数都可以用不同频率三角函数的和来表示^[11], 所以, 可以用一系列椭圆傅里叶描述子来代表边界曲线, 但是此时的椭圆傅里叶描述子数值与起始点位置有关, 且进行旋转、放缩后数值也会发生变化, 无法用来进行后续分

表 1 样本基本统计数据

项目	年龄/岁	BMI 值	腰围/cm	臀围/cm
最小值	18	16.0	56.3	79.4
最大值	35	27.0	88.6	100.4
平均值	21	20.5	68.1	90.7
标准差	2.45	1.83	4.73	4.56

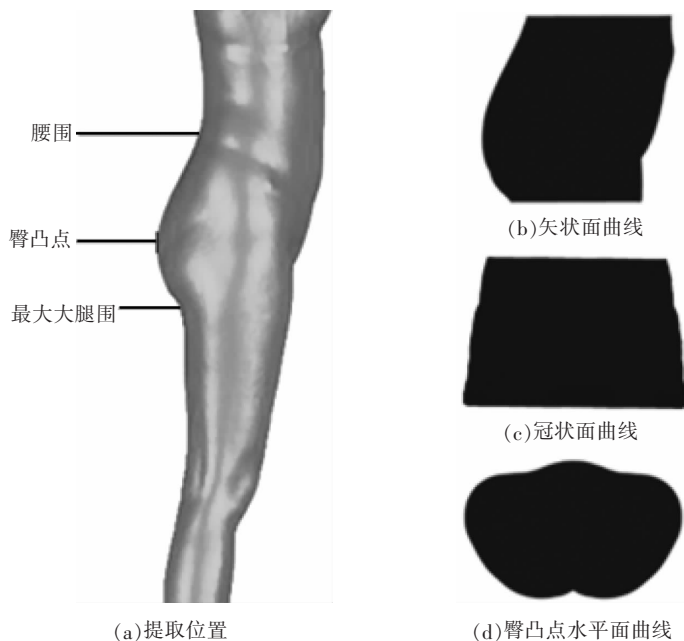


图 1 女性下体躯干体形曲线提取示意图

析。因此,在实际使用中,将对得到的椭圆傅里叶描述子进行起始点、尺寸和旋转的归一化计算^[11-13]。

1.3.2 椭圆傅里叶系数选取

使用椭圆傅里叶描述下体体形轮廓曲线时,椭圆的个数越多,即椭圆傅里叶系数越大,拟合的曲线越接近原始曲线。根据文献研究,当 $n=10$ 时,椭圆傅里叶描述的拟合效果已经逼近原始轮廓曲线;当 $n=30$ 时,椭圆傅里叶系数对人体主要特征断面曲线的拟合误差小于扫描仪的扫描误差^[14]。因此本文选取椭圆傅里叶系数 $n=30$ 来对下体体形各曲线进行拟合。

1.3.3 主成分分析

主成分分析是一种常用的降维方法,通过正交变换的方法将原始数据中可能存在线性关系的数据降维成线性无关的一组变量,这组变量即主成分,其控制条件为降维后的变量,每一维上的样本方差都较大。分别对进行过归一化处理的下体体形各特征曲线椭圆傅里叶描述子($n=30$)进行主成分分析。

1.4 女性下体躯干部分体形美评价

本试验采用研究者与评价者在无人打扰的环境下进行一对一试验。试验流程为:评价者首先将所有女性下体模型快速浏览一遍,帮助其对所有样本的形态建立大致了解;登录问卷系统,便于在不需要切换窗口丢失图像的情况下答卷;评价者按自己的主观认知对69个下体体形分别进行评分。

试验采用李克特9级心理学量表来衡量女性下体体形美,等级从1至9,数值越大表示评价者对下体体形的评价越高,模型的体形越美,5级为中间级别,表示不美丽也不难看。加权平均值可以用来分析试验对象的综合得分,评价者被

要求根据自己判断的美的程度来对女性下体躯干部分体形进行打分评价,所以加权平均值可以表示评价者对每个女性下体体形美的综合评价。模型的各得分乘以打此分的人数,然后加总求和得到总体值,再除以总人数,即此模型的加权平均值,其计算公式见式(1)。

$$AV = \frac{n_1 + 2n_2 + 3n_3 + \cdots + 9n_9}{n_1 + n_2 + n_3 + \cdots + n_9} \quad (1)$$

1.5 主成分得分与下体躯干体形美评价得分相关性研究

降维后的各主成分分别反映曲线的不同特征,各主成分得分可以表示该主成分所反映的曲线特征的变化趋势。因此将女性下体躯干体形3个方位面曲线进行椭圆傅里叶拟合,将所得椭圆傅里叶描述子各主成分得分分别与女性下体躯干体形美评价得分进行相关性分析,可以将图形特征用数字表示并与女性下体躯干体形美联系起来。本文使用皮尔逊相关分析,其实质是在判断两个随机变量正负相关的基础上,进一步得到两者的关联程度。皮尔逊相关系数的计算方法是使用两个变量的协方差除以两个变量的标准差,其计算公式见式(2)。

$$P_{xy} = \frac{\sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X - \bar{X})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y - \bar{Y})^2}} \quad (2)$$

当 P_{xy} 大于0时,两个变量呈正相关,且数值越大相关性越强;当 P_{xy} 小于0时,两个变量呈负相关,且数值越小相关性越强;当 P_{xy} 等于0时,两个变量不存在线性相关关系。

2 女性下体躯干体形美分析

2.1 三视图曲线椭圆傅里叶描述子主成分分析

根据椭圆傅里叶分析原理^[11],

所有形状都被一系列椭圆来代表,其中低频椭圆描述的是其基本形状特征,而高频椭圆描述的是其细节特征。本文对表示各女性下体躯干部分曲线形状特征的椭圆傅里叶描述子进行主成分分析,可以得到表示曲线各主要特征的主成分。在主成分分析结果中,由低频椭圆构成的主成分因子所拟合的图形可以反映形状的主要变化,而由高频椭圆构成的主成分因子所拟合的图形可以反映形状的细节特征。

2.1.1 矢状面

对矢状面曲线椭圆傅里叶描述子进行主成分分析可得,前6个主成分可以反映出曲线94.9%的特征。为了进一步研究各主成分对曲线的影响,分别取各主成分的平均值和 ± 2 倍标准差画出曲线形状进行对比分析,如图2所示,可得:第1主成分(PC1)的方差贡献率为51.8%,反映了曲线的基本形状特征;第2主成分(PC2)的方差贡献率为24.8%,反映了下体体形厚度相对于高度的丰满状况;第3主成分(PC3)的方差贡献率为11.9%,反映了下体体形腰腹臀上半部分和下半部分的丰满度;第4主成分(PC4)的方差贡献率为2.8%,反映了下体体形臀凸点高度的相对位置;第5主成分(PC5)的方差贡献率为2.1%,反映了下体体形腹凸的大小和臀部曲线的变化;第6主成分(PC6)的方差贡献率为1.5%,反映了下体体形臀凸的大小。

2.1.2 冠状面

对冠状面曲线椭圆傅里叶描述子进行主成分分析可得,前3个主成分可以反映出曲线95.0%的特征。分别取各主成分的平均值和 ± 2 倍标准差画出曲线形状进行对比分析,如图3所示,可得:PC1

的方差贡献率为 82.0%,反映了曲线的主要形状变化及下体体形宽度与高度的关系;PC2 的方差贡献率为 10.2%,反映了下体体形冠状面曲线梯形两腰的倾斜度;PC3 的方差贡献率为 2.8%,反映了下体体形冠状面曲线梯形两腰的弯曲弧度。

2.1.3 臀凸点水平面

对臀凸点水平面曲线椭圆傅里叶描述子进行主成分分析可得,前 3 个主成分可以反映出曲线 94.8%的特征。分别取各主成分的平均值和 ± 2 倍标准差画出曲线形状进行对比分析,如图 4 所示,可得:PC1 的方差贡献率为 68.5%,反映了臀部扁平率,即臀厚与臀宽的关系;PC2 的方差贡献率为 15.9%,反映了臀凸点水平截面曲线的圆润度和髌骨外扩的程度;PC3 的方差贡献率为 10.4%,反映了两臀凸点相对距离的大小。

2.2 女性下体躯干体形美描述性分析

评价者中,认为下体体形美对女性整体体形美有较大或非常大影响的占 89.9%,只有两人认为下体体形美对女性整体体形美没有影响,说明本研究具有实际意义。计算每个模型的评价得分加权平均值,结果显示,所有样本的平均得分为 4.94,标准差为 0.76。评价者对于女性下体躯干体形模型评价得分频数呈正态分布,如图 5 所示。由此可见,大部分女性下体躯干体形符合评价者的通常认知。

考虑到男女审美存在差异,可能会对评价结果造成影响,分别统计男女评价者的评价数据。对各模型的男性评价者评分和女性评价者评分加权平均值进行配对样本 T 检验,结果显示,在 95%置信区

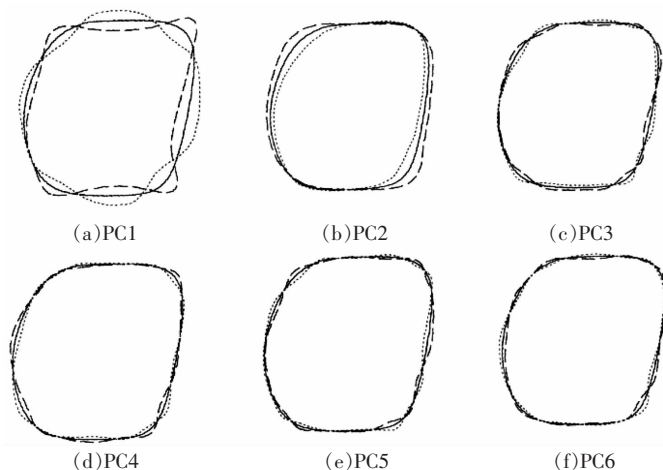


图 2 矢状面曲线主成分平均值和 ± 2 倍标准差曲线

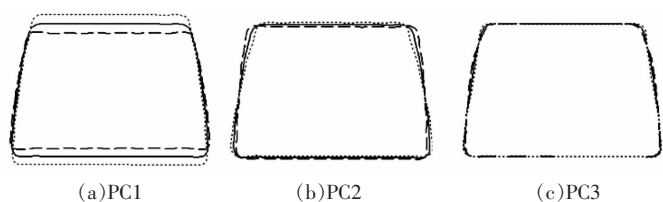


图 3 冠状面曲线主成分平均值和 ± 2 倍标准差曲线

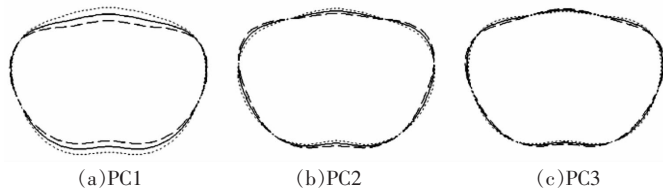


图 4 臀凸点水平面曲线主成分平均值和 ± 2 倍标准差曲线

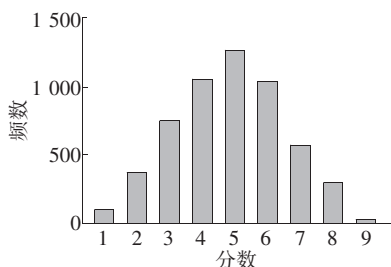


图 5 评分频数分布图

间内,男性评价者对各模型的评分与女性评价者的评分数值显著相关,且两组数据的平均值存在显著差异。女性评价者给出的评分平均值为 5.24,标准差为 0.75,而男性评价者给出的评分平均值仅为 4.60,标准差为 0.85。如图 6 所示为男性和女性评价者的评分加权平均值曲线,由此可知,对于同样的

女性下体躯干体形,男性给出的评分普遍低于女性,因此,不同性别的人对女性下体躯干体形美的判断趋势上是接近的,但男性的审美眼光较女性更高。

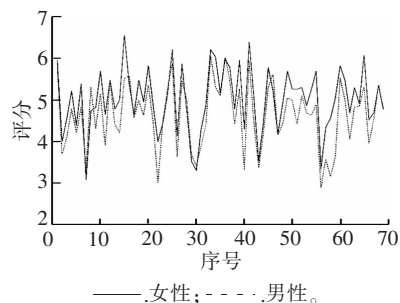


图 6 男女评分加权平均值曲线

2.3 主成分得分与评价得分相关性分析

将女性下体躯干体形 3 个方

位面曲线各主成分得分分别与女性下体躯干体形美评价得分进行相关性分析。在95%置信区间下,与下体体形美得分呈双侧显著性相关的主成分得分有矢状面曲线第5主成分($P=0.314$)和第6主成分($P=0.337$),两个主成分得分与下体体形美得分呈正相关,即女性下体躯干体形中臀部越凸出、腹部越平坦,女性下体躯干体形得分越高,越美丽;矢状面曲线第4主成分得分($P=-0.214$)与下体体形美得分呈负相关;冠状面曲线第2主成分得分($P=0.218$)与下体体形美得分呈正相关,单侧显著性相关。下体体形美得分较高的女性下体躯干体形的矢状面曲线第4主成分得分均较大,冠状面曲线第2主成分得分均较小,说明较美丽的女性下体躯干体形臀凸点相对位置较高,冠状面视图腰臀曲线倾向于梯形,但由于是单侧相关,所以并不是所有臀凸点相对位置较高、冠状面视图腰臀曲线呈梯形的女性下体体形皆较美。此结果也从侧面验证了一般情况下,女性腰臀围比值较大的下体体形较美丽。

2.4 最美女性下体躯干体形特征量化分析

最美女性下体躯干体形的标准为腰腹部扁平无凸出,臀部较为丰满上翘。但在本研究中,女性臀部臀凸点相对位置过高的下体体形评分较低,因此,臀部并不是越上翘越好。筛选出得分较高(≥ 6)的女性下体躯干体形并对其进行量化分析,最终可以得出较美丽的女性下体躯干体形,如图7所示,腰腹平坦,矢状面视图中腰围处到臀凸点的垂直距离与臀凸点到大腿根围处的垂直距离的比值约为 $1.30:1.00 \sim 2.00:1.00$,腰厚与臀厚的比值约为 $1.00:1.15 \sim 1.00:1.30$ 。

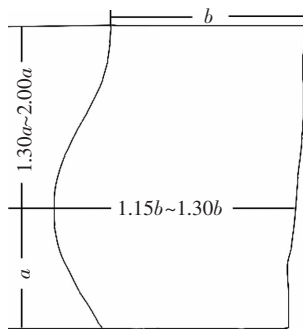


图7 较美女性下体躯干体形的量化特征

3 结束语

本研究采用椭圆傅里叶描述子表述女性下体躯干体形形状特征,并将其与女性下体躯干体形美评价得分进行相关分析,从而得到女性下体躯干体形美的影响因素以及最美女性下体躯干体形的量化特征。结果得出,男性和女性对于女性下体躯干体形美的认知基本一致,但相比而言,男性比女性的眼光更高;较美丽的女性下体躯干体形腰腹部较平坦,冠状面视图中腰臀曲线倾向于梯形,臀部较为丰满上翘,而矢状面视图中腰围处到臀凸点的垂直距离与臀凸点到最大腿围处的垂直距离的比值为 $1.30:1.00 \sim 2.00:1.00$,腰厚与臀厚的比值为 $1.00:1.15 \sim 1.00:1.30$ 。在束裤设计中,可以考虑以此作为束裤等功能性塑身内衣的设计标准,也可以进一步指导女性消费者选择合适的束裤。

参考文献

- [1] LIM N Y. The shaping effect of body shapers on female attractiveness [D]. Hong Kong in China: The Hong Kong Polytechnic University, 2007.
- [2] 肖平, 张文斌. 职业女性体型满意度及塑身内衣意识度的研究[J]. 针织工业, 2007(11): 34-36.
- [3] 尹玲, 张文斌, 夏蕾. 调整型腹带压力对女性体型的影响[J]. 针织工业, 2010(12): 52-56.

[4] SINGH D. Universal allure of the hourglass figure: an evolutionary theory of female physical attractiveness [J]. Clinics in Plastic Surgery, 2006, 33(3): 359-370.

[5] STREETER S A, MCBURNEY D H. Waist-hip ratio and attractiveness: new evidence and a critique of "a critical test" [J]. Evolution and Human Behavior, 2003, 24(2): 88-98.

[6] ROBERTS T L, WEINFELD A B, BRUNER T W, et al. "Universal" and ethnic ideals of beautiful buttocks are best obtained by autologous micro fat grafting and liposuction [J]. Clinics in Plastic Surgery, 2006, 33(3): 371-394.

[7] LEE E I, ROBERTS T L, BRUNER T W. Ethnic considerations in buttock aesthetics [J]. Semin Plast Surg, 2009, 23(3): 232-243.

[8] YAO X, WANG J, ASHDOWN S P, et al. Analysis of females' preferences for buttock shapes with different ethnic backgrounds [J]. International Journal of Clothing Science and Technology, 2016, 28(5): 600-611.

[9] 隗合月, 钱晓明, 翟黎莉. 中国青年女性人体美学指标的研究 [J]. 纺织学报, 2010, 31(2): 90-95.

[10] 杨婕. 女性腰臀形态美的量化研究 [D]. 北京: 北京服装学院, 2008.

[11] KUHLE F P, GIARDINA C R. Elliptic fourier features of a closed contour [J]. Computer Graphics and Image Processing, 1982, 18(3): 236-258.

[12] 夏明, 王文玲, 张文斌. 人体特征断面形状拟合及围度尺寸预测 [J]. 纺织学报, 2014, 35(8): 76-80.

[13] 张铁君. 基于三维扫描的女性青年体型分布特征分析 [D]. 上海: 东华大学, 2016.

[14] 夏明. 基于椭圆傅里叶的女性体型分析与个性化原型定制研究 [D]. 上海: 东华大学, 2015.

收稿日期 2017年7月8日