

# 基于三维虚拟建模的文胸结构优化设计

周 凯, 徐增波\*

上海工程技术大学纺织服装学院, 上海

收稿日期: 2023年3月23日; 录用日期: 2023年5月22日; 发布日期: 2023年5月29日

## 摘 要

为进一步提高文胸的最佳合体试穿效果, 结合三维虚拟建模的测体数据, 采取量身定制的理念进行文胸结构优化设计。首先利用三维扫描仪进行人体测量, 采集测量实验对象胸部形态的数据。采用立体与平面结合的方法进行文胸结构设计, 结合三维虚拟建模测体数据优化文胸纸样。通过CLO3D虚拟建模并虚拟试衣, 通过压力测试图和真人试穿验证文胸纸样合理性。研究发现通过三维虚拟建模测体优化的文胸能够满足实验对象胸型, 合体性良好, 表明三维虚拟建模试衣对文胸结构优化的可行性。

## 关键词

三维测体, 虚拟建模, 文胸结构, 虚拟试穿, 压力测试

# Optimal Design of Bra Structure Based on Three-Dimensional Human Body Data Analysis

Kai Zhou, Zengbo Xu\*

School of Textiles and Fashion, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Mar. 23<sup>rd</sup>, 2023; accepted: May 22<sup>nd</sup>, 2023; published: May 29<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

In order to further improve the best-fitting effect of the bra, combined with the measurement data of three-dimensional virtual modeling, the bra structure is optimized by adopting the concept of tailoring. Firstly, 3d scanner was used to measure the human body, and the data of measuring the chest shape of the subjects were collected. The bra structure design is carried out by combining

\*通讯作者。

three-dimensional and plane, and the bra pattern is optimized by combining three-dimensional virtual modeling and body measurement data. Through CLO3D virtual modeling and virtual fitting, the rationality of bra pattern is verified by stress test chart and real-person fitting. It is found that the bra optimized by 3D virtual modeling and body measurement can meet the chest shape of the experimental object and has a good fit, which indicates the feasibility of 3D virtual modeling fitting for bra structure optimization.

## Keywords

3D Body Measurement, Virtual Modeling, Bra Structure, Virtual Try on, Pressure Test

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

文胸又称为胸罩、乳罩,是最贴近人体的服装,对女性的乳房有着支撑和保护的作用。文胸结构设计过程复杂,对合体性要求高。不同的体型存在差异,穿着相同型号的服装也会产生不同的效果。女性乳房的形态各不相同,曲面构造复杂,并且文胸的操作制作往往都是使用零松量或者是负松量[1]。然而现有的文胸号型普遍只是根据胸围和下胸围之差来确定[2],结构设计也很少结合女性胸部特征,并不能满足所有体型的女性。为达到文胸的最佳合体试穿效果,结合三维测体数据分析采取量身定制的理念进行结构设计。对现有的文胸纸样设计理论进行深入研究,采用立体与平面结合的方式,提取文胸基本款,结合三维测体数据进一步文胸纸样设计。应用 CLO3D 软件进行三维虚拟试穿,对压力测试图客观评价并纸样检验,最后通过真人试穿主观评价得出文胸纸样合理性的结论。

国外在内衣行业起步较早,对文胸结构设计的研究相对成熟。我国的内衣行业直至九十年代才进入发展的阶段[3]。早期国内对于文胸结构设计这一领域的研究较少,随着内衣行业的发展,服装专业人士才陆续开始对文胸结构设计展开研究[4]。李秀英在文胸纸样设计研究中,分析了女性4种不同乳房特点,并根据弹性面料对文胸版型的影响研究出文胸纸样改良方法[5]。杨焰雁在文胸基础纸样设计方法进行优化研究,提高了文胸基础纸样的合体性[6]。潘隽媛等人通过三维扫描与逆向建模构建了文胸模杯三维模型,实现了合体性文胸模杯的参数化设计[7]。王嘉丹设计了一款穿戴式调整型胸部测量工具,使用不透明高弹性布料对女性胸部进行遮挡、承托及调整,并用测量带实现身体表面参数的测量功能[8]。卢彦谕针对女性副乳问题,通过立体剪裁方式获得更符合人体工学的调整型长文胸[9]。由上述有关女性文胸的研究可见,文胸结构设计已日趋成熟,而结合三维人体扫描测量技术的文胸结构设计正处于萌芽阶段。

## 2. 三维人体测量

### 2.1. 三维人体扫描

实验仪器:三维人体非接触式扫描仪,该仪器采用三维护眼激光快速对人体进行扫描,系统包括四个柱子,每个柱子包括两个电荷耦合 CCD 摄像仪和一个激光器。

实验对象:要求平时穿着 75B 罩杯文胸的 3 名不同体型女大学生,分别编号为 A、B、C。被试者身体健康、没有生育史和胸部整形史。

测体要求:实验进行中,实验对象需要裸露上半身,以便获取准确的胸部形态及胸部细部尺寸。为

为了确保实验的私密性, 实验对象将被要求下半身统一着装, 头部统一用同一条围巾包裹住。

测量时应注意: 实验对象静止站立于三维扫描仪的正中央位置, 双臂向外张开, 以确保仪器激光通过, 获取到准确的人体信息。

## 2.2. 点云处理与特征参数提取

利用 meshlab 对三维扫描得到的人体进行点云去噪处理, 删除模型构建过程中多余或者重叠的点[10], 使用 CloudCompare 软件对模型进行光滑渲染, 最终获得光滑的三维人体模型, 并提取实验对象的乳房细部尺寸, 如表 1 所示。

**Table 1.** Detail size of breast (cm)

**表 1.** 实验对象乳房细部尺寸(cm)

测量部位	对象 A	对象 B	对象 C
身高	158	168	163
胸高	113	124	120
胸围	84	81.5	83
胸下围	76	73.5	74.5
腰围	70	68	67.5
背宽	33	36	37
颈窝至右乳点	22	21	21
颈窝至左乳点	22	22	20
乳间距	22	20.5	20
前奶杯弧长	9.6	8.5	10
侧奶杯弧长	9	9	10.7
下奶杯弧长	8	8.1	8.2
乳房外弧长	10.5	11	10
乳房内弧长	10	10	10.5
胸围厚	20.1	19.9	21
肩斜角	32	34	33
胸围宽	19	18.9	20
乳深	4.5	4.7	4.5

人体各部位尺寸的变化不是独立存在的, 不同部位尺寸的变化会影响其他部位的尺寸。因此在制作文胸之前需要先了解女性乳房细部特征尺寸之间的联系。胸围与胸下围、腰围、颈窝至右乳点距离、前奶杯弧长、乳房外弧长、乳房内弧长、胸围宽、乳深、背宽等尺寸相关性较大, 相关系数在 0.5 以上, 而与颈窝至左乳点距离、乳间距、侧奶杯弧长、下奶杯弧长、胸围厚等尺寸相关性较弱, 相关系数在 0.5 以下。胸下围与胸围、腰围、颈窝至右乳点、乳间距、前奶杯弧长、乳房内弧长、胸围厚、胸围宽的相关性比较大。乳间距和胸下围、腰围、颈窝至左右乳点距离相关性比较大。综上所述, 目前现有文胸仅根据胸围、胸下围和胸差为依据来划分号型和制版时不够的, 这样只能大体满足乳房的基本形态, 无法

体现其他细部尺寸之间的关系, 会导致制版不精确, 不能够满足所有胸型的人穿着合体。

### 3. 文胸结构设计

#### 3.1. 文胸纸样设计

主要考虑的是文胸的合体性, 采用的结构设计方法是立体和平面结合法。根据前面对于人体测量数据与文胸制版控制参数的分析来看, 在对文胸结构设计的时候, 将罩杯上的省道分散在分割线上会增加文胸的合体性。根据 3/4 廓形的文胸在人台上用标识线贴出文胸的轮廓线[11]。人台上的公主线和胸围线将文胸罩杯部分分为四个部分, 两线相较于 BP 点。罩杯上的省道分散在四个分割线上, 能够使文胸的罩杯缝制得平整合体。贴好标识线后将白坯布放到人台上进行样片提取。样片在白坯布上复制一份缝合, 在人台上试穿调整, 根据人台试穿效果对版片进行修正, 如图 1 所示。



Figure 1. Stereoscopic cutting of bra  
图 1. 文胸立体裁剪

经过人台试穿并且版片修正之后, 可将样片拓到平面上。人台的尺寸如表 2 所示。

Table 2. Dimensions of Mantable for bra plate making (cm)  
表 2. 文胸制版用人台尺寸(cm)

部位	胸围	腰围	胸下围	前奶杯弧长	侧奶杯弧长	下奶杯弧长	背宽
规格	84	68	70	9	9	7.5	36

根据人台的尺寸进行文胸原型版的绘制, 本文使用的原型版是日本女子新文化式衣身原型[12]。由于新文化式衣身原型与人台有一定空隙, 但文胸对合体性要求高, 需要减少松量。我们要先对衣身原型版做一些变化才能进行文胸基础版的绘制。1) 将袖窿省转移到前肩省, 位置与后肩省相对应。2) 将前片的 b 省和 c 省合并到 a 省, 并将省尖点移到 BP 点处。3) 从前中心线开始在 BL 线上量取净胸围的一半, 将后片沿胸围线水平移动到该处。4) 将前肩省在袖窿一侧加倍, 同时加倍前腰省, 如图 2 所示。

根据在人台上获取的版片绘制二维平面结构图。1) 在 BL 线与前中心线交点处取得点 A, 并在由点 A 在前中心线上向下取 5 cm 为点 B, AB 为鸡心中线。2) 以 BL 线与后中线交点向下 4.5 cm 取得 C 点, 再由 C 点向下 4 cm 取得 D 点, CD 为钩扣宽。3) 从 BP 点分别沿肩省向上 7 cm 取得 E 和 E' 点; 沿腰省向下 8 cm 取得 F 点 F' 点。4) 在胸围线的 1/2 处垂直向下 1 cm 取得 G 点, 并沿侧缝省向下 8 cm 取得 H 和 H' 点。5) 连接 CG 和 DH'。绘制的文胸纸样如图 3 所示。

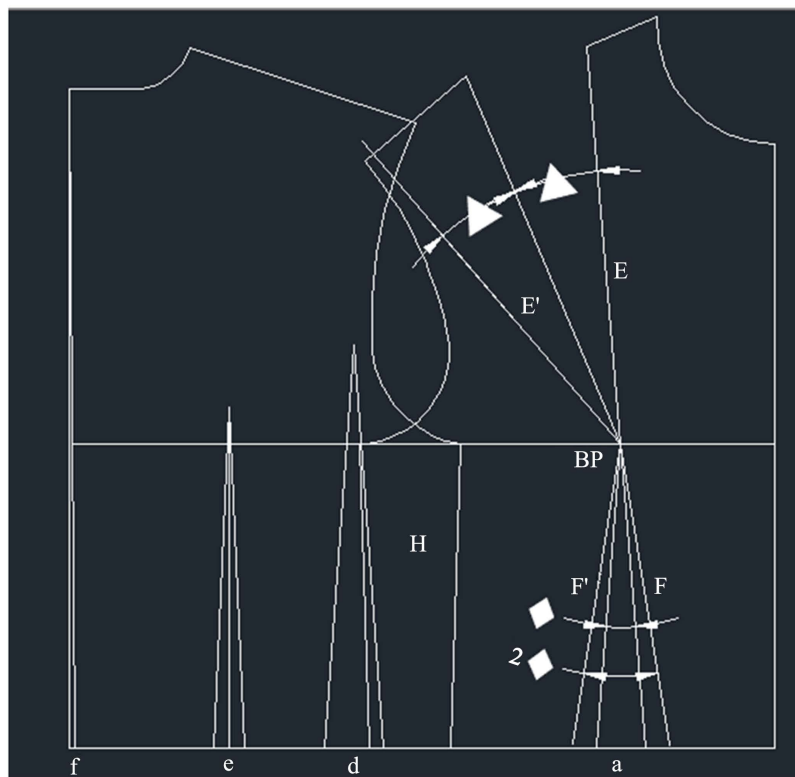


Figure 2. Body prototype change

图 2. 衣身原型变化

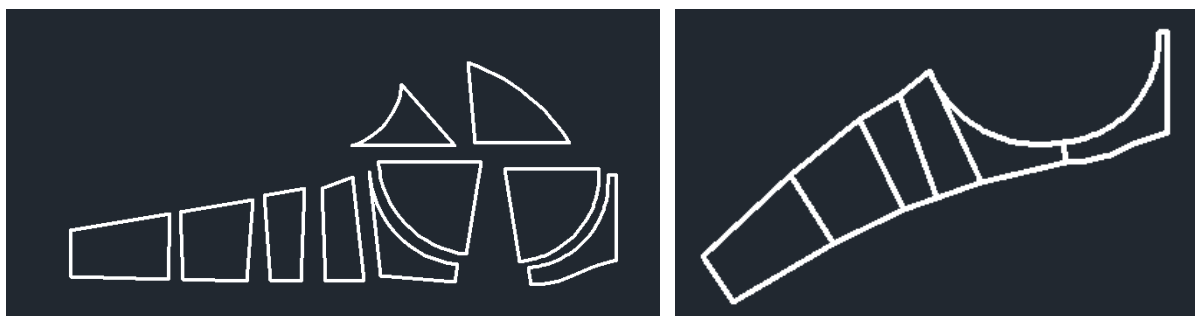


Figure 3. Bra Pattern

图 3. 文胸纸样

### 3.2. 基于三维人体数据的文胸纸样设计

文胸合体性与结构设计、人体数据紧密相关。通常市面上的文胸基本是统一标准号型所制作。然而女性的胸部号型还和人体的体型与胸部形态有关。根据穿着 75B 文胸的不同体型女大学生胸部细部尺寸做文胸结构设计。

表 3 表示实验对象的乳房细部尺寸与文胸结构设计主要控制参数的对照，其中下捆围比实际尺寸相差 10~15 cm 是因为文胸的面料一般都是有弹性的[13]，面料弹性越大差值就越大；前杯宽比实际尺寸小是因为罩杯上边缘并不是完全遮住胸部；下杯高需要给钢圈留出 0.6 cm 的位置乳平围是上下杯的分割线长，此款文胸的上下分割线就在胸围线处，因此可以直接量取乳平围。文胸鸡心与侧比的主要参数，主要控制部位有鸡心高度、侧翼高度和肩带位，如表 4 所示。

**Table 3.** Corresponding table of main control parameters of bra structure design and breast detail Size (cm)  
**表 3.** 文胸结构设计主要控制参数与乳房细部尺寸对应表(cm)

部位	尺寸	对应文胸结构部位	规格
胸下围	A: 76	下捆围	A: 63
	B: 73.5		B: 60.5
	C: 77.5		C: 64.5
前奶杯弧长	A: 9.6	前杯宽	A: 8
	B: 8.5		B: 8
	C: 10.5		C: 8
侧奶杯弧长	A: 9	侧杯宽	A: 8.7
	B: 9		B: 8.5
	C: 10.3		C: 10
下奶杯弧长	A: 8	下杯宽	A: 8.6
	B: 8.1		B: 8.7
	C: 7.5		C: 8.1
乳平围	A: 17.1	杯骨	A: 17.6
	B: 16		B: 15.5
	C: 19.3		C: 18.8

**Table 4.** Heart-to-side ratio parameters (cm)  
**表 4.** 鸡心与侧比参数(cm)

部位	规格
鸡心高	A: 4
	B: 4
	C: 4
鸡心宽	A: 0.7
	B: 0.7
	C: 0.7
侧翼高度	A: 9
	B: 9
	C: 9
后肩带位	A: 1.5
	B: 2
	C: 1

为 3 位实验对象建立与其尺寸相对应的原型版,并在各自的原型版上绘制出文胸的结构图。经过对比发现,由于三位实验对象的体型各不相同,虽然平时都穿着 75B 的文胸,但是为了使文胸的合体性更佳,在结构上还是会有所区别。图 4 为 3 位实验对象在各自的原型版上绘制出文胸的结构图。图中红色、黄色和蓝色的文胸结构图分别是依据实验对象 A、B、C 的测量尺寸绘制的文胸制版图。由于 A、B、C 三位实验对象的身高体型各不相同,因此所对应的衣身原型版也会有所差别。可以看到蓝色实验对象 C



的文胸制版图与 A 和 B 的区别最大。因为 C 的体型从数值上看, 比 A 和 B 的要丰满一些, 胸围、腰围和胸下围都比较大, 所以罩杯也会比 A 和 B 的大。由于 C 的胸下围比较大, 所以侧比也会比 A 和 B 的宽。C 的下奶杯弧长比 A 和 B 的要小, 从形态和数值上来看, 属于微下垂, 下杯宽会比真实人体尺寸多 0.5 cm 以达到承托的作用。虽然 A、B、C 平时都穿着 75B 文胸, 但实际上依据每个人的尺寸, 文胸版型也各不相同。

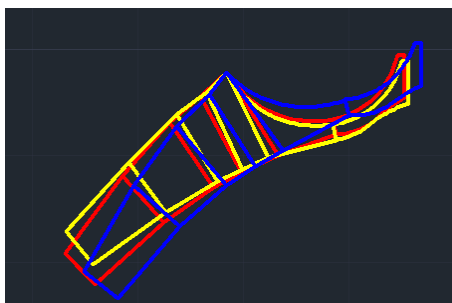


Figure 4. Red object a, yellow object B, and blue object C

图 4. 红色为对象 A, 黄色为对象 B, 蓝色为对象 C

## 4. 三维虚拟试穿

### 4.1. 建立三维模特及文胸版片缝合

在模特编辑器中调节模特的身体部位尺寸。主要控制的尺寸是胸围、腰围、胸下围和背宽。将文胸的各个样片排版放置在模特胸部对应位置, 并对每片样片进行弯曲百分率、几何形状等参数设定。调整好样片后开始缝合, 使用线缝纫工具将样片的分割线对应缝合。

### 4.2. 文胸的虚拟试穿

启动试穿按钮, 样片会自动进行缝合然后穿在模特身上。初次穿好之后会有肩带滑落以及罩杯侧比歪斜等现象, 需要手动稍作调整, 然后再来看试穿效果。

从图 5 中能看到穿在模特身上的文胸并没有完全合体, 文胸整体有些偏下, 鸡心偏低, 侧面来看罩杯部分有空杯现象, 侧比部分看上去还算平整。还需要对文胸结构纸样进行修正。



Figure 5. Bra fitting diagram

图 5. 文胸试穿图

### 4.3. 修正纸样

根据前面的试穿效果图, 可以判断出罩杯部分有些问题。从制版图中可以看到, 罩杯的上托部分偏小, 鸡心中线 AB 偏下。修正版片将 7 cm 长的 BPE' 和 BPE 延长到 8.5 cm 长的 BPK' 和 BPK, 然后连顺弧 MK' 和弧 KL。连接 MK' 时要注意弧度不能太大或太小, 以免造成侧面空杯的现象。原先的 A 点在胸围线以下 3.3 cm 处, 修正后的 A 点在胸围线以下 2.5 cm 处为 A' 点, 鸡心中线总长保持不变还是原来的 4 cm, 于是 B 点也要跟着上移到 B' 点。连顺弧 FL 和弧 BJ, 图 6 为修正后纸样。版型修正之后进行虚拟试穿, 从图 7 中来看, 比修正前的试穿效果要好得多。罩杯部位贴合人体良好, 鸡心位的高度也比较合适平整, 肩带没有滑落现象。下面将用压力图来进行客观分析。

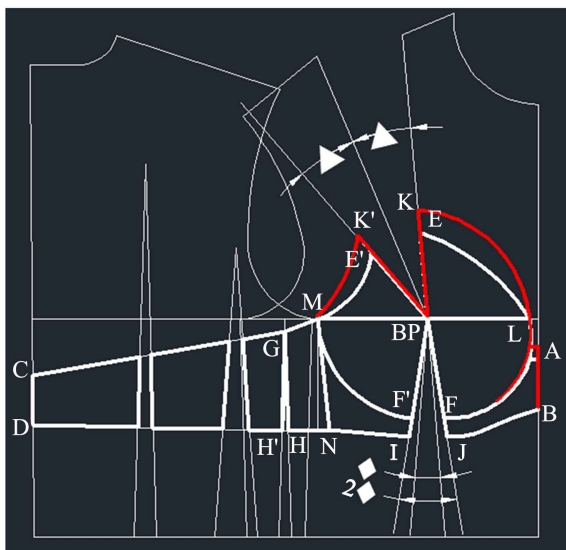


Figure 6. Corrected pattern

图 6. 修正纸样



Figure 7. Corrected try on

图 7. 修正后试穿



#### 4.4. 试穿压力图

版片修正之后再重新进行试穿, 图 8 可以看到此文胸试穿压力分布均匀, 下捆部分压力较大, 罩杯边缘压力较大, 罩杯内部压力偏小, 对于乳房的压迫力不大, 整体来说比较舒适。肩带部分压力适中, 不易造成滑落现象。



Figure 8. Pressure diagram for fitting in  
图 8. 试穿压力图

经过察看试穿图、网络图和压力图, 初步验证文胸的合体性, 进一步对文胸的压力点进行客观分析。本文设计提取文胸 20 个点, 如图 9 所示, 从 CLO3D 中的压力图上提取 20 个点的压力值, 并且改变文胸的号型后再提取 20 个压力点值[14]。实验选取 3 名体型不同的对象进行分析, 根据三维扫描测量得到的人体数据来调节模特的尺寸, 试穿量身制版得到的文胸为 A2、B2、C2, 通过试穿人台尺寸制版得到的标准 75B 文胸为 A1、B1、C1, 试穿比前面两件文胸大一号的文胸为 A3、B3、C3, 分别获取它们所对应的 20 个压力测试点。



Figure 9. Bra pressure test point  
图 9. 文胸压力测试点

三个折线图中蓝色为人台尺寸制版得到的标准 75B 文胸[15], 橘色为量身制版得到的文胸, 灰色为比前面两件大一号的文胸。以下分别是实验对象 A、B、C 穿着三件不同文胸的压力测试分析, 如图 10~12 所示。

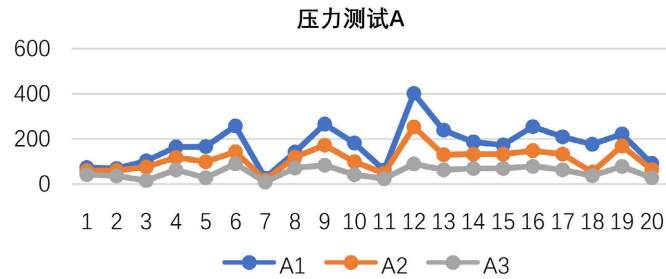


Figure 10. Pressure test A  
图 10. 压力测试 A

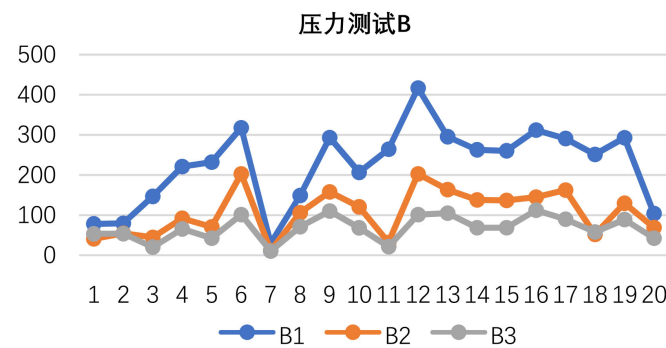


Figure 11. Pressure test B  
图 11. 压力测试 B

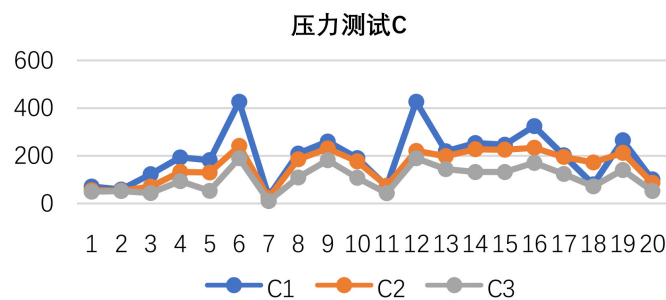


Figure 12. Pressure test C  
图 12. 压力测试 C

考虑到穿着的舒适度, 服装对人体的压力不能太大, 否则会给人体带来束缚感, 影响正常呼吸和运动[16]。从三个图中可以看出橘色文胸的侧比压力值比较适中, 数值较均匀, 峰值与峰值之间没有太大的差值, 没有压迫乳房的现象。蓝色文胸的侧比压力值过大, 并且分布不均匀, 峰值与峰值之间的差值过大。灰色文胸压力值偏小, 表现出了不合体的现象, 不能对胸部起到良好的支撑作用。因此实验对象 A、B 和 C 都适合量身定制的文胸。根据以上虚拟试穿的压力分析可以看出, 本文为实验对象量身定制的文胸纸样是合理的。下面将用此文胸纸样制作成文胸成衣让实验对象 A、B、C 进行真人试穿并对试穿文胸进行主观评价。

## 5. 真人试穿与主观评价

### 5.1. 文胸制作

采用的设备有平缝机、包缝机、绷缝机、曲折缝缝纫机、套结机。还有包括钉扣机、锁眼机、打褶机、绣花机等在内的其他缝纫设备。本文使用的是 JUKI 牌缝纫机。

### 5.2. 试穿评价

实验对象经过正确的文胸试穿后对文胸进行主观评价。首先整体观察评价文胸合体性, 再让实验对象做日常基础动作, 根据不同动作状态下的文胸穿着合体性给出评价。

从表 5 中可以看出实验文胸的合体性良好, 大部分情况下罩杯、侧比和后背都比较合体, 只有在做手臂运动时会出现空杯和下扒上移的情况, 这可能与实验对象的动作有关。对象 A 的穿着效果整体来说是比较合体的, 双手抱胸时前胸鸡心有空位, 手臂上举时下扒上移, 双上肢前侧举时前胸部有空杯。根据对象 A 的胸型来看, 圆盘宽, 需要适当缩小鸡心的宽度和罩杯侧奶杯弧线分割线的长度。并且对象 A 的背部较厚, 需要适当增加侧比长度。实验对象 B 在手臂上举和双上肢侧举时会有鸡心位和罩杯处有空隙的现象, 可能还需要调整罩杯省道量和鸡心宽度。实验对象 C 的罩杯位置合体性较好, 在做手臂运动时侧比会产生偏移, 可能与面料和侧比长度有关。

Table 5. Evaluation of fit of bra for human trial

表 5. 文胸真人试穿合体性评价

实验对象状态	评价部位	对象 A	对象 B	对象 C
自然站立	前胸部位	合适	合适	合适
	体侧部位	合适	合适	合适
	后背部位	平整	平整	有点紧
扩胸	前胸部位	合适	合适	合适
	体侧部位	合适	合适	合适
	后背部位	平整	平整	平整
双手抱胸	前胸部位	鸡心有点空	合适	合适
	体侧部位	合适	合适	合适
	后背部位	平整	有点紧	有点紧
手臂上举 180°	前胸部位	下扒上移	鸡心处有点松	下扒上移
	体侧部位	合适	合适	侧比上移
	后背部位	平整	平整	平整
最大深呼吸	前胸部位	合适	合适	合适
	体侧部位	合适	合适	合适
	后背部位	平整	平整	平整
双上肢前侧举 90°	前胸部位	稍有空杯	稍有空杯	合适
	体侧部位	合适	合适	合适
	后背部位	合适	合适	有点紧
双上肢外侧举 90°	前胸部位	合适	稍有空杯	下扒上移
	体侧部位	合适	合适	合适
	后背部位	合适	合适	合适
叉腰	前胸部位	合适	合适	合适
	体侧部位	合适	合适	合适
	后背部位	合适	合适	合适

表 6 为实验者穿着实验文胸的真实感受评价, 实验文胸是本文通过平面与立体裁剪法结合制版为实验对象量身制作的文胸。表 7 为实验者穿着样本文胸的真实感受评价, 样本文胸是市面现有的 75B 文胸。由于实验的局限性, 本文最终要达到的目标是验证量身定制文胸的可行性, 与市面 75B 作对比, 看实验文胸穿着效果良好程度是否能大于等于现有文胸。从表中可以看出, 实验对象 A 在站立状态时, 实验文胸试穿效果较好。手臂上举和下蹲时手臂下扒出现滑移现象, 这是因为实验文胸侧比长度不够[17]。实验对象 B 在自然站立状态时, 实验文胸总体评分相对较高。主要问题也是下扒滑移, 实验文胸需要在侧比长度上进行修改。实验对象 C 出现的问题是肩带滑移和下扒滑移, 这与实验对象 C 的肩斜角有关, 需要调整肩带位置, 其他部位舒适度都良好。三位实验对象在穿着实验文胸半小时后的胸下围舒适度评分高于样本文胸[18]。综上所述, 根据三维测体为实验对象量身定制的文胸基本上能够匹配各自的胸型以及合度度基本良好, 进一步证明了本文三维测体数据分析、制版方式的合理性。

Table 6. Bra real person try on Evaluation and scoring (experimental brassiere)

表 6. 文胸真人试穿评价打分(实验文胸)

实验对象状态	评价项目	对象 A	对象 B	对象 C	总体评分
自然站立	罩杯吻合	4	4	4	12
	鸡心吻合	5	5	4	14
	侧比平整	4	4	5	13
	肩带稳固	4	5	4	13
手臂上举 180°	肩带滑落	5	4	5	14
	下扒滑移	3	3	4	10
	侧比滑移	4	5	4	13
扩胸	肩带滑移	4	4	3	11
	下扒滑移	4	4	4	12
	侧比滑移	4	4	3	11
弯腰	肩带滑移	4	4	4	12
	下扒滑移	4	4	5	13
	侧比滑移	4	5	5	14
下蹲	肩带滑移	5	5	4	14
	下扒滑移	3	3	4	10
	侧比滑移	4	5	4	13
半小时后	胸下围舒适度	5	4	4	13

Table 7. Bra real person try on Evaluation and scoring (sample brassiere)

表 7. 文胸真人试穿评价打分(样本文胸)

实验对象状态	评价项目	对象 A	对象 B	对象 C	总体评分
自然站立	罩杯吻合	4	4	4	12
	鸡心吻合	4	4	4	12
	侧比平整	4	4	3	11
	肩带稳固	3	4	4	11
手臂上举 180°	肩带滑落	5	4	5	14
	下扒滑移	4	3	4	11
	侧比滑移	4	4	3	11

## Continued

扩胸	肩带滑移	3	4	3	10
	下扒滑移	4	3	4	11
	侧比滑移	4	3	3	10
弯腰	肩带滑移	3	4	4	10
	下扒滑移	4	3	4	11
	侧比滑移	4	4	4	12
下蹲	肩带滑移	4	4	4	12
	下扒滑移	3	4	4	11
	侧比滑移	3	4	3	10
半小时后	胸下围舒适度	4	3	3	10

备注: 5-很好, 4-较好, 3-中等, 2-较差, 1-差。

## 6. 结论

本文通过对 3 位实验对象进行三维人体扫描并提取人体特征数据, 进行数据分析后得到女性乳房细部特征尺寸之间的一些关系, 然后通过对比部尺寸在文胸制版中的运用来设计文胸纸样。本文使用立体与平面结合的方面进行文胸制版, 然后结合 CLO3D 进行三维虚拟试穿, 查看文胸试穿效果, 再结合压力图客观分析文胸纸样的合理性。最后做出成品进行真人试穿检验, 结合合体性评价和主观舒适度评价进行分析, 证明了基于三维测体数据对女性文胸设计的可行性和准确性, 女性文胸的合体性和舒适度有所提升, 可为服装内衣行业的个性化定制提供参考。

## 参考文献

- [1] 常丽霞, 张欣, 齐静. 基于三维人体测量技术的女性乳房形态细分研究[J]. 纺织学报, 2006, 27(12): 21-24.
- [2] 韩凯, 庞宗强, 王龙, 岳东. 基于深度扫描仪的高辨识度三维人体模型重建方法[J]. 图学学报, 2015, 36(4): 504-510.
- [3] Melliar, M. (1968) Pattern Cutting. Batsford, London.
- [4] Stanley, H. (1991) Flat Pattern Cutting and Modelling for Fashion. Stanley Thornes Publishers Ltd., Cheltenham.
- [5] 李秀英. 文胸纸样设计研究[J]. 纺织学报, 2006, 27(1): 103-106.
- [6] 杨焰雁. 文胸基础纸样设计方法优化研究[D]: [硕士学位论文]. 上海: 东华大学, 2009.
- [7] 潘隽媛, 顾依然, 张梅, 潘力, 孙红, 王军. 基于三维扫描的文胸模杯建模研究[J]. 毛纺科技, 2022, 50(4): 48-52. <https://doi.org/10.19333/j.mfkj.20210701805>
- [8] 王嘉丹. 成年女性胸部测量工具设计及其应用模式[D]: [硕士学位论文]. 广州: 广东工业大学, 2021. <https://doi.org/10.27029/d.cnki.ggdgu.2021.001357>
- [9] 卢彦谕, 王传春, 杨瑞灵. 调整型长文胸纸样结构设计[J]. 针织工业, 2022(7): 57-60.
- [10] Bray, N. and Haggard, A. (1986) More Dress Pattern Designing. 4th Edition, Collins Professional and Technical Books, London.
- [11] Campbell, H. (1989) Designing Patterns: A Fresh Approach to Pattern Cutting. Jacaranda Press, Melbourne.
- [12] Armstrong, H.J. and Carpenter, M. (1987) Pattern Making for Fashion Design. Harper & Row, New York.
- [13] Haggard, A. (2004) Pattern Cutting for Lingerie Beachwear. Blackwell Publishing, Oxford.
- [14] Hardaker, C.H.M. and Foaazrd, G.J.W. (1997) The Bra Design Process—A Study of Professional Practice. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 9, 311-325. <https://doi.org/10.1108/09556229710175795>
- [15] Wright, M.C.M. (2002) Graphical Analysis of Bra Size Calculation Procedures. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 14, 41-45. <https://doi.org/10.1108/09556220210420327>
- [16] Lee, H.Y. and Hong, K. (2006) Optimal Brassiere Wire Based on the 3D Anthropometric Measurements of under

Breast Curve. *Applied Ergonomics*, **38**, 377-384. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2006.03.014>

[17] Bra, N. (2001) *The British Classic Clothing Pattern Design*. China Textile & Apparel Press, Beijing, 20-35.

[18] 陈晓鹏, 孙俊芳, 王艳. 文胸原型结构分析[J]. *丝绸*, 2012(4): 37-40.