

深圳市家具行业协会团体标准

T/SZFA XXX-2019

床垫人体工程学评价 床垫贴合度定量与评价方法

Ergonomic evaluation of mattress -

Quantitative and evaluation method of mattress fitness

(征求意见稿)

2019-XX-XX 发布

2019-XX-XX 实施

深圳市家具行业协会发布

目 录

前 言	I
引 言	II
1 范围	1
2 术语和定义	1
3 床垫试样	1
4 测试精度	2
5 仪器设备	2
6 试验步骤	4
7 结果表示	4
8 实验报告	6

前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本文件某些内容涉及专利，专利号为 201910091629.4，使用本文件前请与发布机构联系。

本标准由深圳家具行业协会提出并归口。

本标准负责起草单位：深圳市家具行业协会.....

本标准参加起草单位：

本标准主要起草人：

引言

床垫是睡眠系统的重要组成部分，其性能直接影响人使用的舒适性。睡眠系统的机械性能（特别是背部支撑性能）对睡眠质量的影响大于非机械特性（例如，热传导）。床垫硬度是评价床垫支撑性能的指标，且明显影响人-床界面的压力分布以及人的脊柱形态。然而除了床垫硬度以外，床垫的贴合度也是床垫支撑性能的重要方面。床垫完美贴合人体是脊柱各位置点得到有效支撑的前提，也反映了床垫优质的塑形性，而床垫优质的塑形性是睡姿状态下，人体各部位得到均匀支撑的保证。目前，为了展示独立袋装弹簧床垫具有较好的独立支撑性，市场上，商家经常将保龄球和酒杯同时置于独立袋装弹簧床芯之上，并通过观察酒杯的稳定性来反映独立袋装弹簧床芯的独立支撑性和无干扰性，但这种方法只能定性地反映独立袋装弹簧床芯各点的独立支撑性及各点之间的无干扰性，而不能反映整体床垫的独立支撑性和整体床垫各点之间的无干扰性，更不能量化地反映人-床之间的贴合程度。本标准旨在提供一种量化测试、评价人-床之间贴合度的方法及测试设备，为床垫的人性化设计和定制化生产提供科学理论依据，同时量化反映床垫的独立支撑性。

床垫人体工程学评价 床垫贴合度定量与评价方法

1 范围

本标准规定了床垫人体工程学评价中床垫贴合度定量测试与评价方法。

本标准适用于成品床垫的人体工程学评价。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

2.1

波及半径 Sweep radius

R

床垫在某一点受力时，该点周围产生类圆形对称的不同程度变形，变形波及范围的类圆形的半径尺寸。

3 床垫试样

3.1 形状和尺寸

试样为可销售的床垫成品，其大小为成品床垫的形状和大小，其幅面多为 1200 mm×2000 mm，1800 mm×2000 mm。

3.2 测试点分布

常见床垫的长度为 2000 mm，将床垫分为五个区域，每个区域分布 6 或 9 个测试点。如图 1 所示。图中由上至下为床垫头部至脚部，0 mm~280 mm 为头部区域，280 mm~640 mm 为肩背部区域，640 mm~760 mm 为腰部区域，760 mm~1240 mm 为臀部区域，1240 mm~2000 mm 为腿部区域。床垫宽度方向分为两个区域，各区域的中间 2 或 3 个测试点，整个床垫的中间也对应分布一系列测试点。

单位为毫米

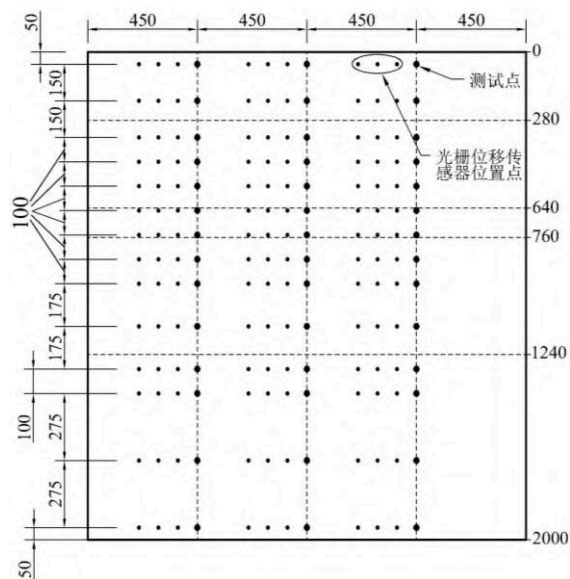


图 1 床垫测试点分布

注：测试点越多，测试结果越准确。

3.3 试样调节

床垫试样在生产后放置 72h 以上方可进行试验，如果可以证明经放置 16h 或 48h 的试验结果之差不大于 $\pm 10\%$ ，试验可以在放置 16h 或 48h 后进行。实验前将试样放在不受弯曲变形和破坏的条件下，在温度为 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，相对湿度为 $(50 \pm 5)\%$ 的条件下放置不小于 24h，这一状态调节时间可包括在生产后 72h 内。试验应在同等环境下进行。

4 测试精度

除另有规定，采用以下测量精度：

——加载力：额定值的 $\pm 5\%$ ；

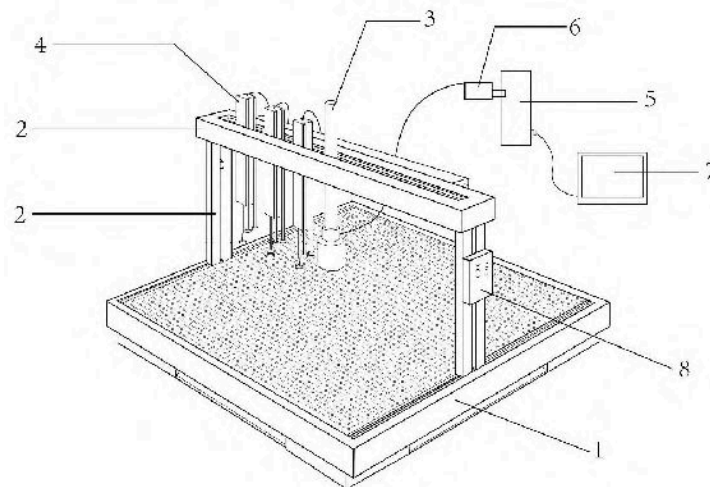
——质量：额定值的 $\pm 1\%$ ；

——尺寸：加载垫定位尺寸的允许误差 $\pm 10\text{ mm}$ ，试样变形量允许误差 $\pm 1\text{ mm}$ ；

——加载垫的位置精度： $\pm 5\text{ mm}$ 。

5 仪器设备

测试仪器如图 2 所示。



- 1——测试平台；
- 2——支架横梁；
- 3——力学性能测试装置；
- 4——光栅位移传感器；
- 5——主机；
- 6——采集卡；
- 7——电脑；
- 8——伺服电机。

图 2 床垫贴合度试验仪器

5.1 测试平台

配备 2500 mm×2500 mm 刚性测试平台，平台上布有直径约 6 mm 排气孔，孔间距离为 20 mm；

5.2 移动支架

配备可以在平台上自由移动的支架。

5.3 力学测试装置和光栅位移传感器

移动支架上设有可自由横向移动的力学测试装置和三组光栅位移传感器（图 3），力学测试装置上力学传感器量程为 5 kN，压头（图 4）为刚性圆柱形，底面平整光滑，直径为 100 mm。

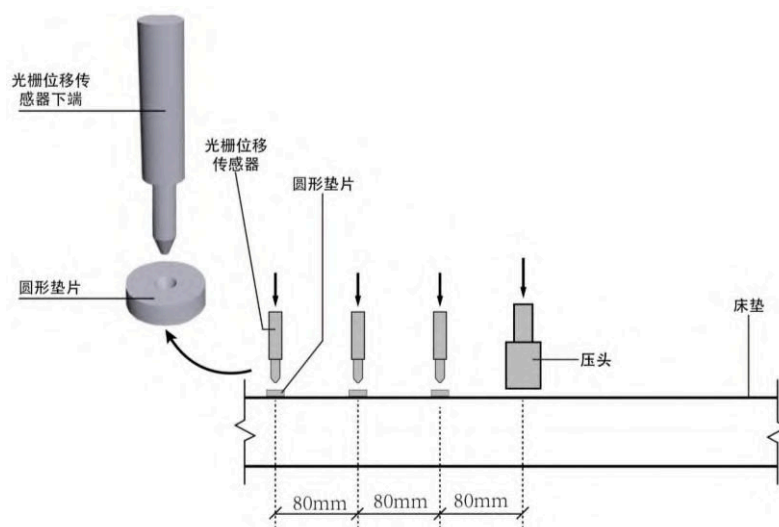


图 3 光栅位移传感器

三个光栅位移传感器下端为针形，为了减小传感器压头弹性对测试数据的影响，光栅位移传感器的端部配有中间带凹槽的直径为 (12 ± 1) mm 的圆形垫片，如图 3 所示。压头与三个光栅位移传感器一字排开，相邻中心位置的距离为 80 mm。

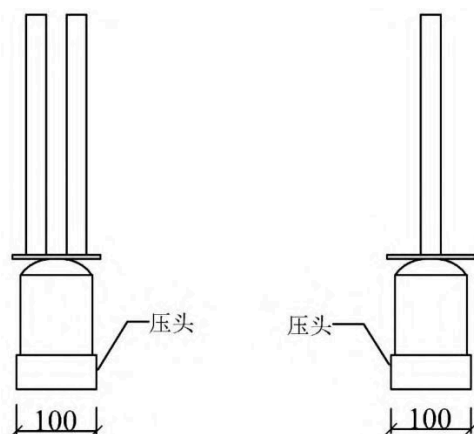


图 4 圆柱形压头

5.4 采集卡

配备采集卡，用于采集力学性能测试装置和光栅位移传感器输出的数据。

5.5 主机和显示器

配备主机和显示器，用于获得储存试验加载曲线。

5.6 伺服电机

配备伺服电机，用于驱动控制移动支架的两侧立柱在直线轨道中以及力学性能测试装置、若干组光栅位移传感器在空槽的运动轨道中同步移动。

6 试验步骤

6.1 按 4.3 的规定进行试样调节；

6.2 将床垫试样放置在测试刚性台面中央位置，移动支架横梁，使力学性能测试装置圆柱形压头中心位于床垫上测试点的正上方。

注：移动支架横梁和力学性能测试装置时，光栅位移传感器的下端需要远离床垫上表面。

6.3 将压头调节至与床垫接近接触，对床垫进行预压处理，载荷 100 N，加载速度 20 mm/min，保载 30s，重复加载卸载 3 次。

6.4 将 3 个光栅位移传感器的下端加带凹槽的垫片放在床垫上，然后压头再加载至 40 N，记录此时压头位移 (a_0) 和周围三个位置点的初始位移 (b_0, c_0, d_0)；压头再分别加载至 90 N、140 N、190 N，分别记录压头位移 a_1, a_2 和 a_3 ，及三个位置点的位移 (b_1, c_1, d_1)、(b_2, c_2, d_2)、(b_3, c_3, d_3) (如图 5 所示)。

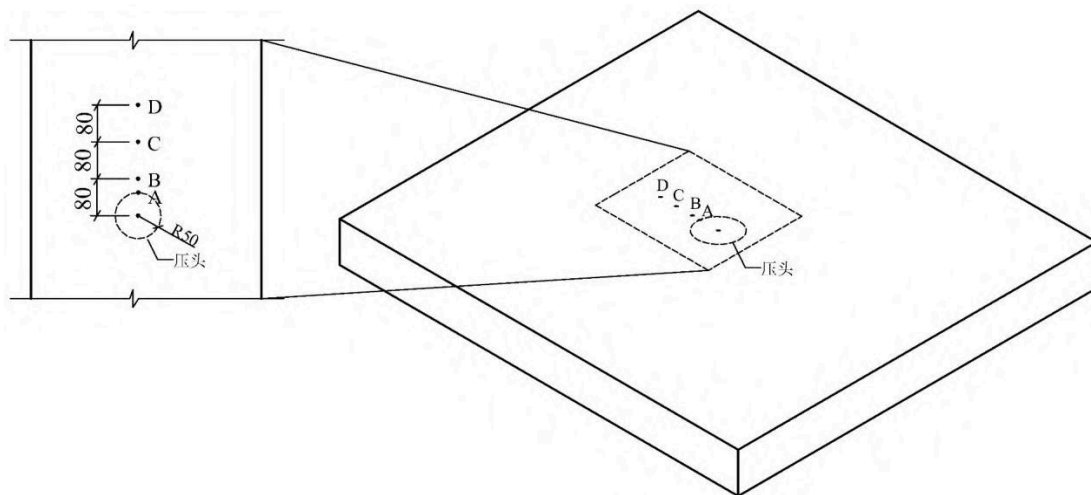


图 5 不同载荷测试位置点和波及周围 3 个变形位移采集点的示意图

6.5 分别获得床垫在 90 N、140 N、190 N 受压状态下，受压中心点的变形量 a_1, a_2 和 a_3 ，以及三种受压状态下距离中心点 80 mm、160 mm 和 240 mm 三个点的变形量 (b_1, c_1, d_1)、(b_2, c_2, d_2)、(b_3, c_3, d_3)，重复试验 3 次，取平均值。

7 结果表示

7.1 结果计算

8.1.1 曲线拟合

首先利用床垫压陷形状纵剖面曲线（如图 6 所示）上四个位置点坐标 $(-50, a_0-a_1)$ 、 $(-80, b_0-b_1)$ 、 $(-160, c_0-c_1)$ 和 $(-240, d_0-d_1)$ ，通过幂指数拟合，求 90 N 载荷作用状态下，床垫上压陷形状纵剖面的曲线方程，并利用该曲线求 90N 载荷作用状态下床垫变形波及半径 R_1 ，单位 mm。同理，利用坐标点 $(-50, a_0-a_2)$ 、 $(-80, -b_2)$ 、 $(-160, -c_2)$ 和 $(-240, -d_2)$ ，求 140 N 载荷作用状态下床垫变形波及半径 R_2 ，单位 mm；利用坐标点 $(-50, a_0-a_3)$ 、 $(-80, -b_3)$ 、 $(-160, -c_3)$ 和 $(-240, -d_3)$ ，求 190 N 载荷作用状态下床垫变形波及半径 R_3 ，单位 mm。利用如下公式计算三种受力状态下床垫变形波及半径与受力点变形量的比值 K_1 、 K_2 、 K_3 ：

$$K_1 = \frac{R_1}{a_1-a_0} \dots\dots\dots(1)$$

$$K_2 = \frac{R_2}{a_2-a_0} \dots\dots\dots(2)$$

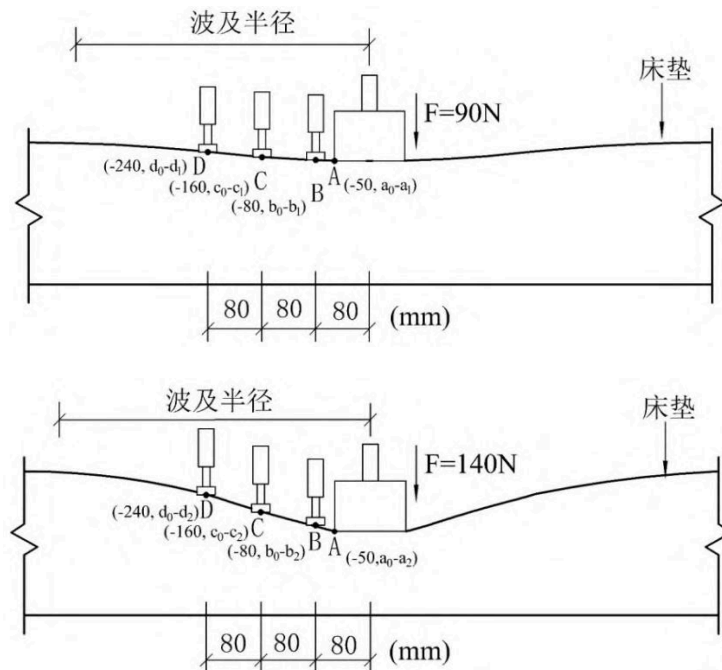
$$K_3 = \frac{R_3}{a_3-a_0} \dots\dots\dots(3)$$

式中：

K ——床垫变形波及半径与受力点变形量的比值；

R ——床垫变形波及半径，单位为毫米（mm）；

a ——受力点中心位移，单位为毫米（mm）；



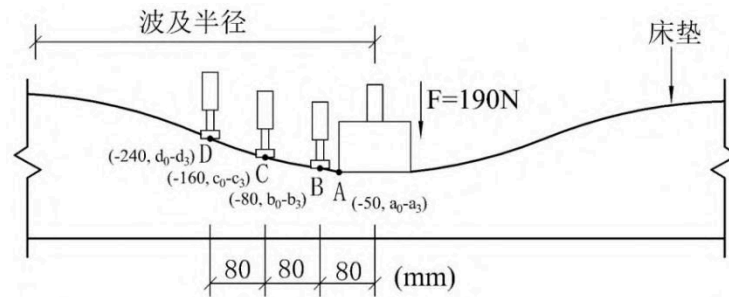


图 6 不同载荷测试位置点和波及周围 3 个变形位移采集点的示意图

8.1.2 对三种受力状态下床垫变形波及半径与受力点变形量的比值 K_1 、 K_2 、 K_3 进行标准化处理，得到床垫在 90 N、140 N、190 N 载荷作用状态下，床垫测试点的贴合度 T_1 、 T_2 、 T_3 ，计算公式如下：

$$T_1 = (1 - e^{-15/K_1}) \times 100\% \quad \dots\dots\dots(4)$$

$$T_2 = (1 - e^{-15/K_2}) \times 100\% \quad \dots\dots\dots(5)$$

$$T_3 = (1 - e^{-15/K_3}) \times 100\% \quad \dots\dots\dots(6)$$

其中 $0 \leq T_1 \leq 100\%$ ， $0 \leq T_2 \leq 100\%$ ， $0 \leq T_3 \leq 100\%$ 。

$$T = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3} \quad \dots\dots\dots(7)$$

式中：

T ——床垫贴合度，以百分率表示（%）。

7.2 结果评价

T 值越高床垫的贴合度越好，塑形性越好，各点的独立支撑性能越好，而各点之间的相互干扰性越小；当 $60\% \leq T \leq 100\%$ 床垫的贴合度达到优。当 T_1 、 T_2 、 T_3 之间的差异大于 15% 时，表明床垫面料复合层的伸缩性不能满足床垫独立支撑性能的需求。

根据贴合度指标将床垫贴合度分为五个等级：

$0\% < T \leq 20\%$ ，床垫的贴合度达到非常差（1 级）；

$20\% < T \leq 40\%$ ，床垫的贴合度达到较差（2 级）；

$40\% < T \leq 60\%$ ，床垫的贴合度达到一般（3 级）；

$60\% < T \leq 80\%$ ，床垫的贴合度达到较优（4 级）；

$80\% < T \leq 100\%$ ，床垫的贴合度达到优（5 级）。

附录 A 中给出床垫贴合度的设计建议。

8 实验报告

试验报告应包含以下内容：

1) 本国家编号；

- 2) 试样的基本描述, 包括床垫类型、尺寸、生产厂家等信息;
- 3) 状态调整和试验中的温度和湿度;
- 4) 贴合度测试的结果, 包括试样的 90 N 载荷下贴合度 T_1 , 140 N 载荷下贴合度 T_2 , 150 N 载荷下贴合度 T_3 ;
- 5) 指导性建议;
- 6) 试验时间。

附 录 A
(资料性附录)
床垫贴合度设计建议

A.1 人群分类

A.1.1 人体体型

人站姿条件下测量人的肩宽、腰宽和臀宽。

站姿要求：受试者挺胸直立，头部以眼耳平面定位，眼睛平视前方，肩部放松，上肢自然下垂，手伸直，手掌朝向体侧，手指轻贴大腿侧面，自然伸直，左右足后跟并拢，前端分开，两脚大致呈 45 度，体重均匀分布于两脚。

肩宽：人体左右肩峰点的横向水平直线距离；

腰宽：腰部区域最凹处的横向水平直线距离；

臀宽：臀部左右向外最突出部位间的横向水平直线距离。

当肩宽/腰宽 ≥ 1.4 且臀宽/腰宽 ≤ 1.3 时，定为苹果型体型，如图 7 (a) 所示；

当肩宽/腰宽 < 1.4 且臀宽/腰宽 ≥ 1.3 时，定为梨型体型，如图 7 (b) 所示；

当肩宽/腰宽 ≥ 1.4 且臀宽/腰宽 ≥ 1.3 时，定义为沙漏型体型，如图 7 (c) 所示；

当肩宽/腰宽 ≤ 1.4 且臀宽/腰宽 ≤ 1.3 时，定义为香蕉型体型，如图 7 (d) 所示。

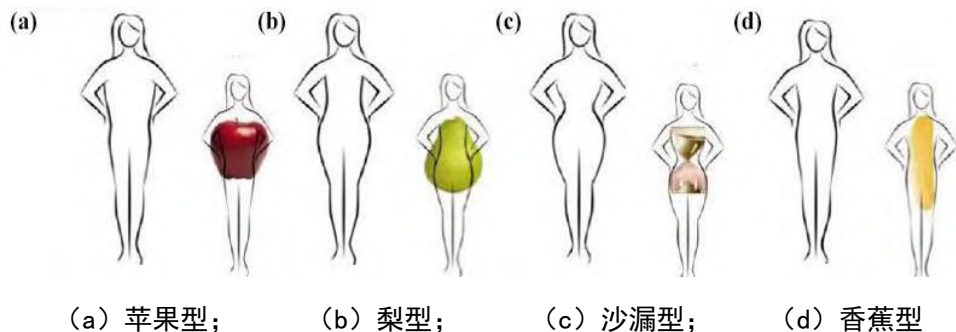


图 A.1 人体体型示意图

A.1.2 人体质量指数

测量人体重和身高，根据下面公式计算人体质量指数 BMI:

$$BMI = W/L^2 \quad \dots\dots\dots(A.1)$$

式中：

BMI ——人体质量指数；

W ——人体体重，单位为千克 (kg)；

L ——人体身高，单位为米 (m)；

当 $BMI \leq 18$ 时，定为小体量人群；

当 $18 < BMI \leq 23$ 时，定为体量适中人群；

当 $BMI \geq 23$ ，定为大体量人群。

A.2 床垫贴合度设计规范

A.2.1 床垫区域划分

根据 4.2 所述对床垫进行分区。

A.2.2 床垫贴合度设计

表 A.1 不同体型人群所需床垫各分区贴合度指标记录表

人体 体型	身高 mm	体 重 kg	人体质量指 数	肩背部区域 贴合度			腰部区域 贴合度			臀部区域 贴合度			腿部区域 贴合度		
				T ₁	T ₂	T ₃	T ₁	T ₂	T ₃	T ₁	T ₂	T ₃	T ₁	T ₂	T ₃
苹果 型			小体量												
			适中体量												
			大体量												
梨型			小体量												
			适中体量												
			大体量												
沙漏 型			小体量												
			适中体量												
			大体量												
香蕉 型			小体量												
			适中体量												
			大体量												

不同体型和体重人群贴合度指标要求：

1) 建议梨型和沙漏型体型的人群肩背部、腰部、臀部和腿部各区域贴合度均大于 60%，且各部位 T₁、T₂、T₃ 三者之间相差不超过 8%；

2) 建议大体量和中等体量香蕉型人群肩背部、腰部、臀部和腿部各区域贴合度均大于 40%，且各部位 T₁、T₂、T₃ 三者之间相差不超过 12%；

3) 建议大体量和中等体量苹果型人群肩背部贴合度大于 60%，且 T₁、T₂、T₃ 三者之间相差不超过 8%；腰部、臀部和腿部各区域贴合度均大于 40%，且各部位 T₁、T₂、T₃ 三者之间相差不超过 12%。

A.3 检验方法

A.3.1 检验规则

床垫各部分贴合度定量测定按照本标准规定的方法进行。

A.3.2 体压分布检验

人体血管承受压力特点为人体小动脉毛细血管压力在 3.3 kPa ~4.6 kPa (25 mmHg ~35 mmHg)，小静脉血管压力为 1.6 kPa (12 mmHg)，小静脉血管压力的临界值为 4 kPa (30 mmHg)，若外界施与人体局部的压力超过终末毛细血管动脉压的两倍，即 9.33 kPa (70 mmHg)，且压力持续 1h~2 h，就可阻

断毛细血管对组织的灌流，引起组织缺氧，受压超过两小时以上就会引起不可逆的损伤。

本标准选取不同体型、不同人体指数受试者作为模拟载荷，使用误差不大于 ± 1 kPa 压力传感器，记录为 2min（采样率为 8 帧/秒），测量两种睡姿状态（仰卧和侧卧）床垫各分区的体压分布情况。较合理的压力指标范围如表 A.2 和 A.3 所示。

表 A.2 推荐仰卧时床垫各分区体压分布指标范围

床垫区域 压力指标	头部	肩背部	腰部	臀部	腿部
高压力阈限范围内接触面积百分比 ($>4\text{KPa}$)(cm^2)	-	0~0.5%	-	0~1.5%	-
平均压力 (KPa)	-	0.7~1.5	-	0.9~2.0	-
最大压力 (KPa)	-	1.5~2.5	-	2.0~3.0	-
压力指数 (KPa)	-	1.2~2.7	-	3.0~4.3	-

表 A.3 推荐侧卧时床垫各分区体压分布指标范围

床垫区域 压力指标	头部	肩背部	腰部	臀部	腿部
高压力阈限范围内接触面积百分比 ($>4\text{KPa}$)(cm^2)	-	0~8.5%	-	0~11.5%	-
平均压力 (KPa)	-	1.3~2.0	-	1.2~2.2	-
最大压力 (KPa)	-	2.2~5.2	-	2.5~5.5	-
压力指数 (KPa)	-	2.5~6.5	-	3.3~7.0	-

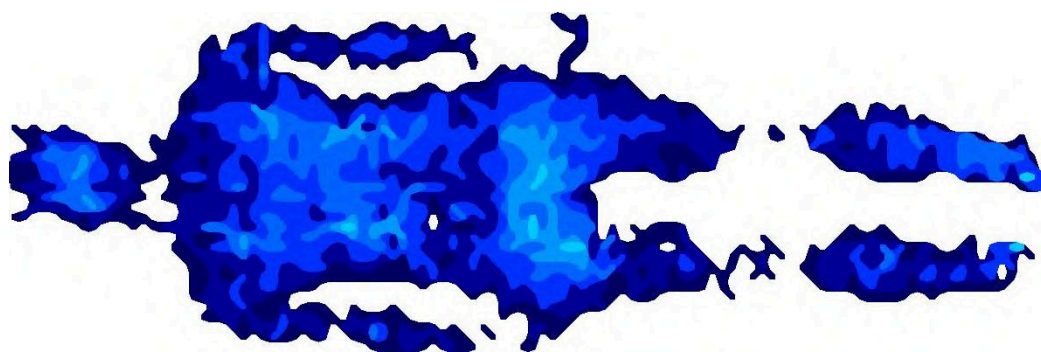


图 A.2 仰卧时人-床界面压力分布

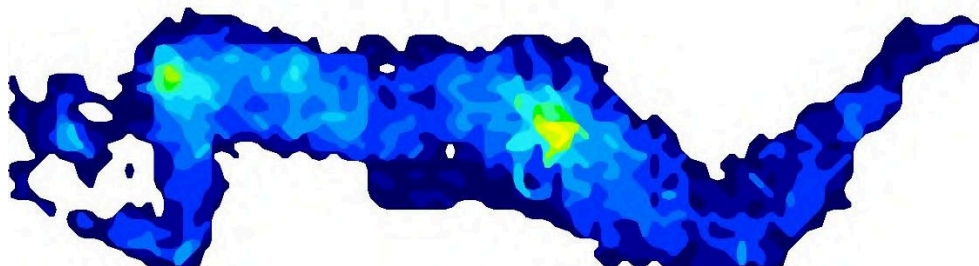


图 A. 3 侧卧时人-床界面压力分布

A. 3. 3 脊柱形态检验

参照发明专利“一种无干扰睡眠的睡姿脊柱形态测试技术和评价方法”(ZL. 201310041458. 7), 利用三维立体扫描法进行脊柱形态测量。
