

二维非接触式人体测量系统中臀围的计算

李晓久 王玉秀

(天津工业大学, 天津, 300160)

摘要: 二维非接触式人体测量系统中, 人体围度方面的三维尺寸可用二维数据中计算得出。本文探讨了臀围曲线拟合和臀围尺寸的计算方法。

关键词: 人体测量 曲线拟合 回归方程 二维 非接触式 臀围

中图分类号: TS 941.2 文献标识码: A 文章编号: 0253-9721(2004)02-0098-03

二维人体非接触式测量常使用 CCD 摄像机拍摄人体正、侧面投影的数字图像, 从中直接获取人体高、宽、厚等二维尺寸。而围度尺寸则不能直接获取, 必须通过人体的宽度、厚度尺寸及有关长度方面的信息, 间接计算出人体的围度尺寸。因此, 由二维向三维的转换过程是研究开发二维人体非接触式测量系统的关键。本文以臀围为研究对象, 采用对数函数拟合臀围横截面曲线, 建立了以臀宽和臀厚为变量的拟合方程^[1-5]。

1 臀围曲线的获取

1.1 测量对象的选择

随机选择年龄 18 ~ 26 岁, 身高 145 ~ 175 cm, 体重 40 ~ 70 kg 的青年女性作为被测对象, 根据数理统计学原理确定样本量为 50.34 人, 本研究取 101 人。

1.2 臀围曲线的获取

由人体横截面曲线测绘台, 客观地测取人体臀围截面曲线, 测量记录如图 1 所示。定义宽度中心对称轴 EF 为臀厚线, 曲线最宽点连线 AB 为臀宽线, EF 与 AB 交点 O 为臀围曲线中心; 并定义 OE 为前臀厚, OF 为后臀厚。根据 101 样本回归分析: $OF = 0.6228 \cdot EF$, $OE = (1 - 0.6228) \cdot EF$ 。

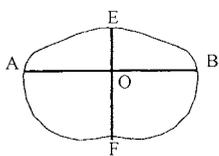


图 1 臀围横截面曲线

2 典型臀围曲线的确定

分析臀围曲线, 不能任意将某一样本的曲线作为分析依据, 应确定有代表性的曲线作为典型臀围曲线进行分析。将 101 个样本的臀围曲线在原始图形的基础上进行平滑处理、对称处理, 以中心点为基准叠加成曲线组, 建立平面直角坐标系。以原点为中心以一定的角度为间隔作射线, 将曲线组分割为若干等份, 取分割线与各曲线交点的原点距的平均

值作为典型曲线对应点的坐标, 以平滑曲线连接所有坐标点则形成典型臀围曲线。按照象限将曲线划分为 4 部分, 由于左右对称, 只需研究第 II 和第 III 象限曲线, 第 III 象限曲线称为后臀曲线, 第 II 象限曲线称为前臀曲线。如图 2、图 3 所示。

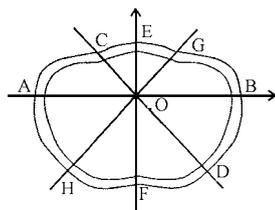


图 2 臀围典型曲线生成过程

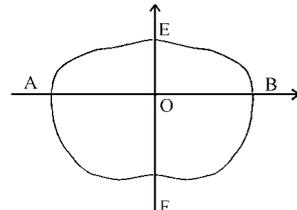


图 3 典型臀围曲线

3 确定拟合函数

根据服装行业对人体尺寸数据精度方面的要求和测量系统工作原理的限定, 所确定的拟合函数必须满足以下三点: 1) 由已知条件即人体宽厚尺寸可确定该拟合方程; 2) 便于求解和计算; 3) 具有较高的计算精度, 能满足服装设计与制作的要求。

取第 II 象限曲线为拟合对象, 首先将坐标 Y 轴移到左臀宽点 A 处。根据曲线的形状及走势特点选取相应函数进行拟合。分别选取对数、三项式、乘幂以及二项式函数作为拟合函数, 比较分析所取特征点与各曲线拟合情况, 对数曲线拟合精度最高, 且曲线形状走势最相近。参见图 4 ~ 图 7。

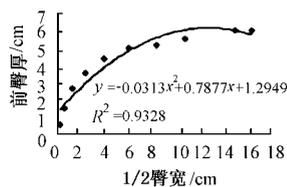
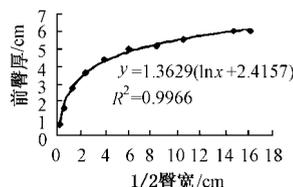


图 4 对数函数拟合前臀曲线 图 5 二项式函数拟合前臀曲线

由于测量过程中, 通过人体正、侧面投影图提取人体臀围宽度、厚度信息, 不可能在臀围曲线上获取更多的点, 必须利用有限的可测得的数据拟合出最

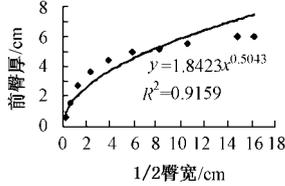
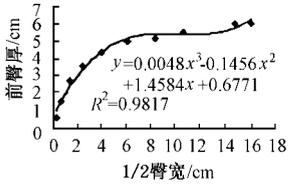


图6 三项式函数拟合前臀曲线 图7 乘幂函数拟合前臀曲线

符合每位被测者的曲线方程。

设前臀曲线方程为：

$$y = a \ln x + b$$

由对数函数的性质可知在区间(0,1)内切线斜率较大,自变量的微小变化即可对函数值产生极大的影响,而且 x = 0 函数无意义。因此仅在区间(1,

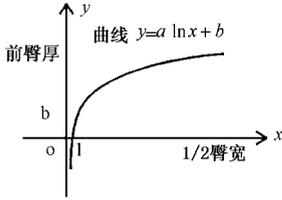


图8 前臀曲线示意图

1/2 宽度)内以对数函数建立拟合方程。

由图8可知,在(0,1)区间,曲线 y = a ln x + b 曲率很小,可近似于过原点直线替代,当 x = 1 时, y = b,该直线表示为: y' = bx。实验验证,在(0,1)区间,使用该方程近似计算曲线 y = a ln x + b 长度,误差为 ±0.05 cm 以内,可满足精度要求。因此,直线方程作为该区间的曲线拟合方程。

综上所述,前臀围曲线的数学表达式为:

$$y' = bx \quad x \in (0,1) \quad (2)$$

$$y = a \ln x + b \quad x \in (1, 1/2 \text{ 臀宽}) \quad (3)$$

假设 b 值已知,曲线上一点为 (x₁ = 1, y₁ = b); 在测量中可测得臀宽和臀厚数值,曲线上另一点为 (x₂ = 1/2 臀宽, y₂ = 前臀厚)。则(3)式中:

$$a = (b - 1/2 \text{ 臀厚}) / \ln \left| \frac{1}{1/2 \text{ 臀宽}} \right|$$

前臀围曲线长度计算式为:

$$L = \int_0^1 (\sqrt{1 + b^2}) dx + \int_1^{1/2 \text{ 臀宽}} (\sqrt{1 + (a/x)^2}) dx \quad (4)$$

由此可知,对于每一位被测者,只需确定 b 值,即可计算前臀围曲线长度。b 值的实测很难实现,故采取以下方法获得。分别实测 101 个样本前臀围曲线长度 l,以 b 为变量逐次逼近计算曲线长度 L 使之等于实测长度 l 时,此时 b 的数值为该样本的 b 值。

计算程序流程图见图9。

通过实验和回归分析,b 值与臀宽的相关系数为 0.176,与臀厚的相关系数为 0.562,与腰臀距相

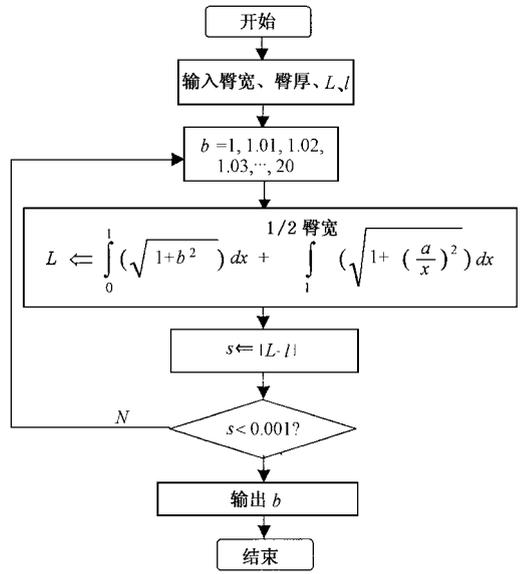


图9 计算程序流程图

关系数为 0.181。依据相关关系,采用多元一次回归的方法确定 b 值的计算公式:

$$\text{前臀 } b \text{ 值} = 0.145 + 0.056 \times \text{臀宽} + 0.039 \times \text{臀厚} + 0.056 \times \text{腰臀距} \quad (5)$$

同理,后臀曲线也具有相同的规律,并可确定其曲线拟合方程和曲线长度计算方法。

因此,可由已知人体尺寸臀宽、臀厚、腰臀距确定每一位被测者的臀围曲线拟合方程,并进行臀围尺寸的计算。

4 误差分析

臀围积分结果的绝对误差变化比较均匀,因此采用限定最大绝对误差的方法分析长度计算结果。臀围绝对误差在 -1.52 ~ 1.53 cm 之间,基本满足服装业生产中 ±1.5 cm 的要求。

5 结论

在大量实验及理论分析的基础上,建立了臀围截面曲线的数学模型,确定以对数函数拟合人体臀围曲线,根据系统获得的人体臀宽、臀厚等信息可以为每一位被测者确定拟合方程,从而有效地提高了臀围尺寸计算精度,达到并满足服装设计与管理的基本要求。

参 考 文 献

- 1 余泳文. 三维身体测量及合身裁剪服装. 纺织学报, 1999(6): 29 ~ 31.
- 2 许增朴. 三维机器视觉快捷制衣量体系统的研究. 天津轻工业学院学报, 2001(5): 62 ~ 65.
- 3 张瑞云等. 服装 CAD 中三维人体数据处理与曲线拟合. 中国纺

织大学学报,2000(4):50~52.

4 姜安.人体胸围尺寸的拟合方法.天津工业大学学报,2002

(5):85~88.

5 Karla Peavy Simmons.Body Measurement Techniques:A Comparison of

Three Dimensional Body Scanning and Physical Anthropometric

Methods.Textile Technology and Management.North Carolina.2001.1

绍兴文理学院诚聘二级学院 院长、系主任

绍兴文理学院是由国家教育部批准的一所全日制综合性本科院校,座落在历史文化名城绍兴市区内,占地1500余亩,另有规划用地1500亩,校园环境优美,富有江南特色。学校现有文学、理学、工学、法学、医学、管理学、经济学、教育学等八大学科门类52个专业,学院下设14个二级学院24个系。现有全日制在校生13000余人,教职工1550人。为适应进一步发展需要,现特向社会公开招聘二级学院院长、系主任。

一、招聘纺织服装系系主任以及兰亭书法艺术学院、医学院、外国语学院院长和机电、土木工程、计算机、化学系等系主任

年龄50周岁以下,教授职称(博士优先),具有行政管理经验。除享受引进人员有关优惠待遇外,可按不同职级再享受校内特殊岗位津贴。

二、引进人员的有关优惠政策

	购房补贴	安家费	科研启动费	配偶
博导	18~20万元	10万元	7万元	随调
教授	16~20万元	5万元	2~6万元	随调
博士	14~16万元	3.5万元	2~5万元	随调

三、需提供的参考材料

个人简历(附配偶、子女情况)、学历学位、职称及主要获奖证书复印件、主要业绩。

四、联系方式

联系地址:浙江省绍兴市绍兴文理学院党委组织部

邮 编:312000

电 话:(0575)8341819 8341950

传 真:(0575)8064489 8067917

联系人:裘老师 王老师

E-mail:zuzhi@zscas.edu.cn

网 址:www.zscas.edu.cn