

原型分割测量方法在学龄儿童背包设计中的应用

彭华明, 曹玉敏, 王京, 冯诗韵, 高军礼
(华南理工大学, 广州 510006)

摘要: **目的** 解决背包设计中缺少可供参考的肩部、背部数据的问题。**方法** 利用人体工程学原型分割法进行人体数据测量, 确定背包设计中肩带、背部曲线数据取值区间, 从不同维度和空间进行背包设计, 结合可用性测试验证设计有效性。**结果** 得出学龄儿童肩部、背部压力值, 验证背包设计各部位数据取值有效性。**结论** 原型分割法能有效定位背包设计中肩部、背部数据取值区间, 为其他学龄儿童产品设计提供参考。

关键词: 原型分割法; 数据测量; 背包设计; 可用性测试

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)08-0147-05

Application of Prototype Segmentation Method in the School-age Children Knapsack Design

PENG Hua-ming, CAO Yu-min, WANG Jing, FENG Shi-yun, GAO Jun-li
(South China University of Technology, Guangzhou 510006, China)

ABSTRACT: It aims to solve the problem of lacking in available data of shoulders and back for reference in knapsack design. The human body engineering prototype segmentation method is used to measure the body data, to make sure that the data value range of the shoulder girdle and the back curve in knapsack design. From different dimensions and space, the design of the knapsack is verified by usability testing. The pressure values of shoulders and back of school-age children are got. The effectiveness of data values of each part in knapsack design is verified. Prototype segmentation methods can position data value range of data of shoulders and back effectively, which can provide a reference for other school-age children product design.

KEY WORDS: prototype segmentation method; data measure; knapsack design; usability test

学龄儿童指符合普及义务教育入学年龄阶段的儿童。有的仅指六七岁至十一二岁小学阶段的学生为学龄儿童^[1]。这里选取年龄层次为6~12岁小学阶段的儿童。目前, 学龄儿童背包过重的现象备受关注, 背包过重导致儿童肩部、脊椎出现不同程度的损伤, 背包设计的人机性是解决问题的关键, 但目前结合人体工程学理论^[2], 针对儿童背包设计的测量方法较少, 国内研究中以实验法测量脊椎、肩部、步态生理参数为主, 以身体静态或短距离行走状态为主, 所得数据具有局限性; 国外研究大多从医学、物理学等角度出发测量数据, 共本学科研究儿童生理、心理做铺

垫, 从设计学角度出发研究背包对儿童身体受力情况的较少。以学龄儿童为研究对象, 以功能性背包^[3]设计为例, 使用原型分割测量方法, 从产品内部结构设计出发, 以产品内部结构满足儿童生理特点为设计重点, 结合形式彰显功能性, 形成内部功能与形式相辅相成的有机整体。

1 背包数据测量

儿童产品设计需根据儿童自身特点, 根据2011年1月《中国未成年人人体尺寸》GB/T 26158—2010新国家标准, 儿童身体相关部位的尺寸百分位参数,

收稿日期: 2016-12-15

基金项目: 广东省前沿与关键技术创新专项资金项目(2015B010114004)

作者简介: 彭华明(1963—), 男, 湖南人, 博士, 华南理工大学副教授, 主要研究方向为交互设计、用户研究。

通讯作者: 曹玉敏(1989—), 女, 山东人, 华南理工大学硕士生, 主攻人机交互设计。

选取 7~10 岁儿童为设计对象,对人体工程学中相对应的人体尺寸进行分析,得出均值的数据做为儿童背包设计的相关参照值,7~10 岁男女童人体尺寸百分数比数据对比见表 1。

表 1 7~10 岁男女童人体尺寸百分数比数据对比

Tab.1 7~10 years old private body size percentage than data contrast

男 P50	女 P50
身高 50%=132 cm	身高 50%=130.6 cm
体重 50%=27.9 kg	体重 50%=26 kg
颈椎点高 50%=108.5 cm	颈椎点高 50%=107.3 cm
肩高 50%=103.8 cm	肩高 50%=102.4 cm
上肢长 50%=56.3 cm	上肢长 50%=55 cm
肩宽 50%=28.6 cm	肩宽 50%=28.3 cm

以此类推, P2.5—P97.5, P5—P95, P10—P90, P25—P75, 从 7~10 岁男女儿童人体尺寸百分数对照表可推出, 男童和女童体重差距在 0.8~5.3 kg, 男童和女童身高差距控制在 0.5~1.8 cm, 其中在上半身尺寸数据显示, 上肢长、肩宽、肩高、颈椎点高的尺寸差距控制在 0.3~1.5 cm, 儿童自身体重对背包制作影响较小, 因此, 根据人体工程学数据分析说明制作儿童背包时同龄男女童背包可制作相同尺寸, 对应生产码数打版, 版型按 M 码标准制作, 在背带部分设置多孔以方便特别儿童使用。找出男童、女童身体各尺寸上的差异性和同一性, 进一步推出背包设计的尺寸定位和款式定位。

结构设计中的基本思想以体现系统化为核心, 以系统的逻辑功能和数据流关系为基础, 逐层把系统划分为多个功能明确, 大小适当, 且每一个小模块都具有相对独立性, 逐一从各个简单模块进行设计, 最后汇总成完整的模块, 形成统一的整体。

1.1 肩线确定

测量方法: 服装人体工程学原型分割法^[4]。

使用 7~10 岁儿童通用原型, 标准净胸围 $B=62$ cm, 背长=28 cm, 肩宽=28.6 cm, 通过胸围长度和背长定出原型的长宽比, 分出前后片和中心线; 作后肩斜线: 取 $\odot=B/20+2.5$ 后上抬 $\odot/3=1.87$ cm 取后肩点, 在背宽线下降 $\odot/3$ 后外移 1.36 cm 处确定另一个肩点, 两点确定后肩斜线; 作前肩斜线: 取 $\odot=B/20+2.5+0.5$ 的长度作为前领口水平距离, 固定前颈点, 以矩形对角等距原则确定前肩点, 以长度 1~28.6 cm 为前肩长度过胸宽线下移 2.87 cm 位置确定前肩斜线。

1.2 肩带宽度取值范围

肩带宽度取值见图 1, 确定 7~10 岁儿童通用原

型, 后肩宽/2=14.3 cm, 儿童背包肩带的设计范围设定为 K , $0 < K < 14.3$ cm, 从人体工学角度考虑, 受力面积与儿童肩部压力成反比, 结合根据黄金分割比例标准 $1:0.618$, 以中心肩点为中心点 Z , $0 < Z < 8.8$ cm, 以此范围做背包肩带宽度的取值。

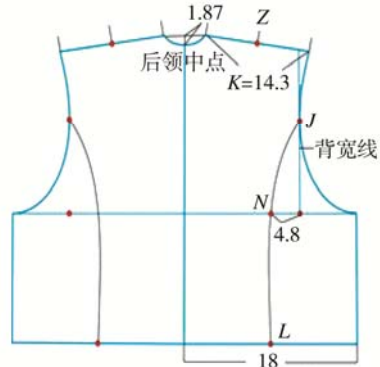


图 1 肩带宽度取值
Fig.1 Shoulder width

1.3 肩带弧度范围

肩带弧度取值见图 2, 以前袖笼弧度弯曲为参考, 肩带的前端设计为相应弧度的曲线, 与儿童骨骼活动点相匹配。

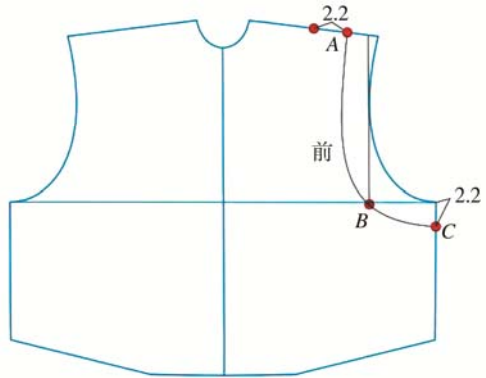


图 2 肩带弧度取值
Fig.2 Shoulder strap radian

1.4 肩带长度范围及带孔位置定位

背包肩带长度应满足学龄儿童成长需要, 满足设计实用性原则。根据分割法童装原型尺寸取 7 岁儿童通用背长 28 cm, 10 岁儿童通用背长 31 cm, 背带长度最小值 $\text{Min}=56$ cm, 最大值 $\text{Max}=62$ cm, 作为背带的长度取值范围, 肩带长度取值见图 3; 由于背长随着年龄增长不断变化, 以 CM 为单位区间, 以背带长度最大最小值为临界点, 差值为 6 cm, 依据实用性最多可设计 6 个孔, 目前市面上常用的全圆孔打孔器直径范围为 2~4.5 mm, 设计位置不可高于 $B/4+0.5$, 背部设计见图 4。

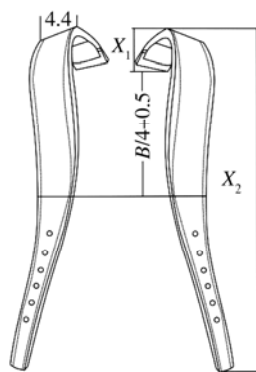


图 3 肩带长度取值
Fig.3 Shoulder strap length

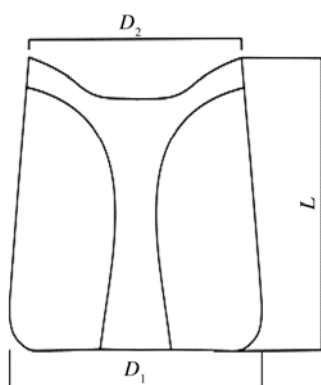


图 4 背部设计
Fig.4 Back design

1.5 背部设计

根据国内外研究现状的研究结果显示儿童背包损坏脊柱的形状,造成脊椎的受力不均脊柱变形,因此背包背部的设计尽量贴合儿童背部曲线走向。方法设定:以前领窝线弯曲弧度最深部位对应的点为临界点 J ,以后中心线和腰围线 WL 为基准线,选取 $(B/2+7)/4=18\text{ cm}$ 为腰围线定位点 L ,经过胸围线 BL 和背宽线焦点左移至点 N , $N=(B/2+7)/2-(B/2+7)/3-1.5\text{ cm}=4.8\text{ cm}$,将 J, N, L 三点相连接,以此方法相对称作出另一边相同曲线,作为背包背部形状设计参考。背部设计如图 4,背包长度 L 以儿童上半身长度和背长为参考依据, D_1, D_2 由儿童肩宽数据和儿童体宽数据为参考依据。

1.6 背包厚度确定

背包厚度需要通过书包中物品数量和各个物品厚度来定位,通过访谈了解信息,访谈选择两个样本,分别为不同省份、同一年龄、性别的学龄儿童为研究对象。对象一:广东华南理工大学附属实验小学二年级女生 A,年龄 7.5 岁, A 身高 126 cm, 体重 23 kg。对象二:山东省枣庄市立新小学二年级女生 B,年龄 7.5 岁, 身高 127 cm, 体重 20 kg。背包厚度确定由最小厚度和最大厚度决定,最小厚度由儿童背包中最

少书本和作业本等必带品数量和单个物品最小厚度决定,背包最大厚度取值由儿童背包中最多书本量和单个书本最大厚度决定。

通过访谈和实际测量得知。最小厚度:学生每天课程最少数量为 4,其中语文、数学书为必带品,一般情况下音乐、美术、体育三门课至少上一门,体育课无课本,最少的课本量为 2 本,且立新小学无教辅,语文和数学课至少配置一本作业本。背包中必带铅笔盒、字典,根据市场销售和访谈了解,铅笔盒大多为双层,厚度在 3~3.5 cm。最小厚度取值为语文书+数学书+2 作业本+字典+笔盒=1 cm+0.4 cm+0.15×2 cm+3.5 cm+3 cm=8.2 cm。最大厚度:学生每天课程量最多为 6,共 7 门课除掉体育无课本,加上教辅、作业本、铅笔盒、字典,取值为语文+数学+思品+美术+音乐+教辅 5+作业本 6+铅笔盒+字典,语文类教材最多为 3,最大取值为:4.5 cm+0.6 cm+0.3 cm+0.3 cm+0.3 cm+0.3 cm+0.3×4 cm+0.2×6 cm+3.5 cm+3.5 cm=15.7 cm。小学 7~10 岁儿童体重的最小和最大值均值为 17.5 kg, 50 kg,背包最大质量应不超过自身质量 10%~15%,临界值不能超过 7.5 kg,背包厚度取值范围 $8.2\text{ cm} \leq H \leq 15.7\text{ cm}$ 。

1.7 包头设计

调查显示 46%的家长 and 儿童喜欢拉链式书包,有接近一半的家长不喜欢拉链,主要原因为儿童在拿取书本时,手部容易被拉链划破。另外,拉链对存放书本产生不便,易损坏书本的边角,因此,在遵循安全性、舒适性的设计原则下,背包设计采用双层结构,且根据放置物品的属性前一层设计带有拉链,后一层不带拉链。隔层设计:根据背包隐患分析儿童背书包时左右肩部受力不均,按照书本大小,结合访谈数据按照书本的大小分 3 层,分别摆放课本、教辅和作业本、字典。

2 外观设计

细分使用对象,定位为 7~10 岁女童。

2.1 色彩设计

选择中国传统红色为主要色调,其生理属性明显,波长较长,色彩饱和度高,具有醒目的特点,符合儿童视觉特征的需求。从心理角度看,红色代表着朝气、热情奔放、精力充沛的性格特点,符合儿童心理特征。“红”在中国象征着一种精神、一种信仰。史料记载“炎帝,火德,其色赤^[5]。”从古至今,红色在中国都被赋予神圣、尊严、高贵的文化内涵,以红为贵,结合设计基础中红色的 RGB 取值综合定位^[6]。

2.2 材质选择

产品材质主要选用高光超纤 PU,主要特点是质

轻,整个包的质量控制在 1 kg 以内,此材料具有防水透气性能,有效保护书本,并不会带有异味。其次,其表面具有耐磨性能、防划性、易于清洗的特点,对于笔迹和脏物的清理可用日常护理液辅助。内里材料选择单层质轻的 206A 双面经纬纱、平纹牛津布,具有不易变形、不掉色等性能^[7]。背包锁扣采用金属电镀,不易生锈,且具有可拆卸功能。所有的铆钉应用都采用不锈钢电镀的程序,以保证使用中不脱色。背部增加透气性能的带有坑纹的软垫,坑纹有助于散热,双层材质减轻书包对儿童背部的压力,减轻背部劳损。

2.3 形态设计

背包尺寸为 35 cm×25 cm×15 cm,整体设计为矩形结构,主要从儿童生理角度出发,保证背包背部与脊椎的贴合度,起到护脊减负作用^[8]。中间设有可调整型收缩袋,可根据装置物多少调整收纳空间。采用四周扩散式开口设计,节约放物品及拿东西的时间,设计有活动式背环,背包可根据儿童肩部的运动而动,贴合肩部骨骼运动,有效减轻肩部负担。

3 可用性检测

方法:使用仪器为 Teckscan 压力分布测量系统,测量肩部、背部不同点的受力。

实验对象:学龄儿童 A 年龄 7.5 岁,身高 126 cm,体重 23 kg,背包重 2.5 kg,选择 Teckscan 压力测量系统点测量, FlexiforeB-201 传感器,压力值(0-25) Ib 型号。

实验儿童压力测试见图 5,随机选择肩部、背部共 47 点作为压力测试点,测量同一实验者背负现用背包和功能性背包时的压力值,从中抽取 21 点进行数据分析(背部压力测量点见图 6),测量各点相对应压力值(压力对比数据见表 2),绘制数据折线图(压力对比曲线见图 7)进行分析,寻找原有背包和功能性背包压力值的变化规律。



图 5 实验儿童压力测试
Fig.5 Children's stress tests

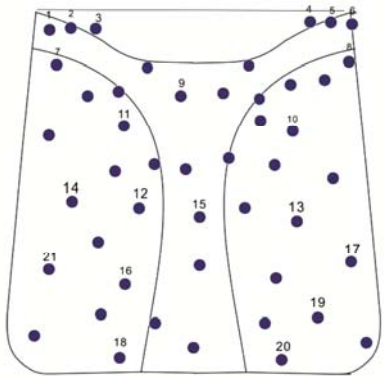


图 6 背部压力测量点
Fig.6 Back pressure measurement point

表 2 压力对比数据
Tab.2 Pressure contrast data tables

	Y压力/Ib	F压力/Ib
1	2.7	1.9
2	3.9	2.3
3	1.9	1.5
4	2.5	1.5
5	2.7	1.7
6	2.3	1.3
7	1.5	1.3
8	1.5	1.3
9	0.9	1.1
10	0.7	0.7
11	1.1	0.7
12	0.9	0.9
13	0.3	0.7
14	0.5	0.5
15	0.3	0.7
16	1.5	0.7
17	0.3	0.9
18	0.1	0.9
19	0.7	0.7
20	3.1	0.9
21	0.5	0.5

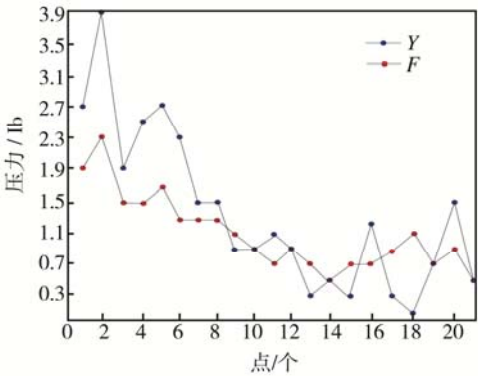


图 7 压力对比曲线
Fig.7 Pressure comparison curve

从图7可得出:儿童在背背包时肩部—背部—腰部的受力变化为高一低—高,其中受力最大部位为肩部;原有背包Y各点数据变化大,受力最大值和受力最小值之间差距较大,功能性背包各点压力数据变化相对较小,整体分布均衡,受力相对均匀;原有背包Y压力集中于肩部和腰部,加重儿童肩部、腰部受力。功能性被背包背部分担肩部和腰部的压力,整体分担压力,减少背包对儿童肩部压力大或出现脊椎受力过大的问题。

4 结语

功能性背包在设计整个流程中,较系统地考虑到儿童身体特定部位所能承受的压力范围,重点对肩部、背部受力大小进行剖析,开发过程以人体工程学为理论依据,所测量数据及检测标准具有有效性和适用性^[9-12],因此,背包设计中肩部、背部的受力取值适用于儿童其他产品设计,可添加为儿童成品检测标准中的具体项目分类,进一步引导儿童产品更加以体现儿童这一类特殊群体的需求为中心,注重儿童产品的功能性,为消费者和家长在选择儿童产品提供参考依据,更好的满足学龄儿童健康成长的需求是本课题研究的宗旨。同时,这里主要以功能背包设计为例,提炼出背包和身体接触部位的受力点进行定位,从单个产品设计提取不同受力点的方法可拓展到儿童其他产品设计中使用,通过对不同产品的设计开发分析身体不同部位的受力情况,最后总结出完整的儿童身体不同受力点受力大小取值范围,为儿童产品设计提供直观地数据来源,进一步完善了目前儿童产品设计中可供参考的数据少的问题,更好地解决了目前市场中儿童产品检测项目少,以及消费者和家长购买过程中无标准定位的问题,体现了以用户为中心的设计需求。

参考文献:

- [1] 李树林. 美国学生的书包和中国学生的书包[J]. 当代教育科学, 2007(7): 36—37.
LI Shu-ling. American Students Bag and School Bag[J]. Chinese Students of Contemporary Education Science, 2007(7): 36—37.
- [2] LEGG S. Ergonomics in Schools[J]. Ergonomics, 2007, 50(10): 1523.
- [3] 张伟. 产品设计中人机工程学的仿真研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2006.
ZHANG Wei. Products of Ergonomics in the Design of the Simulation Study[D]. Shanghai: Shanghai Jiao Tong University, 2006.
- [4] CHOW D H K, OU Z Y, WANG X G, et al. Short-term Effects of Backpack Load Placement on Spine Deformation and Repositioning Error in School-age Children[J]. Ergonomics, 2010, 53(1): 56—64.
- [5] 黄芳芳. “中国红”的文化意蕴及在现代设计中的运用[D]. 长沙: 湖南师范大学, 2007.
HUANG Fang-fang. "China Red" the Cultural Implication and the Application in Modern Design[D]. Changsha: Hunan Normal University, 2007.
- [6] 杨旻丽. 浅论视知觉思维在平面设计中的应用[J]. 金田, 2012(6): 67—68.
YANG Min-li. The Visual Perception Theory of Shallow Thinking Application in Graphic Design[J]. Journal of Jintian, 2012(6): 67—68.
- [7] 田娥, 肖庆, 陆小佳, 等. 产品设计的外观造型设计、功能设计、消费者使用体验设计[J]. 科技资讯, 2011(35): 89.
TIAN E, XIAO Qing, LU Xiao-jia, et al. The Appearance of the Product Design Modelling Design, Functional Design, Set up Consumer Experience Meter[J]. Journal of Information Science and Technology, 2011 (35): 89.
- [8] 孙浩. 浅析现代产品设计功能与形式的关系[J]. 文教资料, 2011(26): 79—80.
SUN Hao. Modern Product Design is Analysed the Relationship between Function and Forms[J]. Cultural and Educational Materials, 2011(26): 79—80.
- [9] 刘艳. 婴幼儿产品包装色彩应用研究[C]//奚德昌. 第十三届全国包装工程学术会议论文集. 重庆: 中国兵器工业第五九研究所期刊社, 2010.
LIU Yan. Study on Application of Infant Products Packaging Color[C]//XI De-chang. The Thirteenth Session of the National Packaging Engineering Conference. Chongqing: China Periodical Research Article Five Nine Weapon Industrial Community, 2010.
- [10] 张馨元, 吴凤林. 狭义语意与广义语意在产品设计中的应用[J]. 包装工程, 2015, 36(6): 113—116.
ZHANG Xin-yuan, WU Feng-lin. The Application of Narrow Meaning and Broad Meaning in Product Design[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(6): 113—116.
- [11] 马涛. 产品设计中的材料质感与肌理辨析[J]. 家具与室内装饰, 2016(3): 20—21.
MA Tao. Material Texture and Texture Analysis in the Product Design[J]. Furniture & Interior Design, 2016 (3): 20—21.
- [12] KEVIN N O, KRISTIN L W. 产品设计[M]. 齐春萍, 宫晓东, 张帆, 译. 北京: 电子工业出版社, 2005.
KEVIN N O, KRISTIN L W. Product Design[M]. Ji Chun-ping, GONG Xiao-dong, ZHANG Fan, Translate. Beijing: Electronic Industry Press, 2005.