

文章编号: 1671-0444(2018)05-0734-08

面向在线个性化定制的婴幼儿连体衣模块化设计

于小利^{1a, 1b}, 刘咏梅², 黄珍珍^{1b}, 王 衍^{1b}

(1. 闽江学院 a. 服装与艺术工程学院; b. 福建省服装行业技术开发基地, 福建 福州 350108;
2. 东华大学 服装与艺术设计学院, 上海 200051)

摘要: 近两年婴幼儿服装个性化市场需求急剧增长, 为帮助企业迎合市场需求, 提高竞争力, 基于消费者需求和模块化设计理论, 对婴幼儿连体衣如何实现在线个性化定制进行了研究。从消费者设计需求和产品数据管理角度对婴幼儿连体衣进行分类和模块划分, 并建立了一个3级模块库。基于模块编码规则设计了模块编码体系, 对产品模块进行合理编码。构建了产品主结构模型和模块配置规则, 并采用规则和实例相结合的方法确立了模块配置模型, 从而形成了一套较为完整的模块化设计方案。市场检验表明该方案具有良好的可行性。该方案的提出对实现婴幼儿服装的个性化定制具有重要的现实指导意义。

关键词: 服装定制; 个性化设计; 模块化; 婴幼儿服装; 模块划分; 模块编码; 模块配置

中图分类号: TS 941.26

文献标志码: A

Modular Design of Infant Romper for Online Individual Customization

YU Xiaoli^{1a, 1b}, LIU Yongmei², HUANG Zhenzhen^{1b}, WANG Yan^{1b}

(a. Faculty of Clothing and Design; b. Development Base for Garment Industry,
1. Minjiang University, Fuzhou 350108, China;
2. Fashion & Art Design Institute, Donghua University, Shanghai 200051, China)

Abstract: The personalized market demand of infant clothing has grown explosively in the last two years. In order to help enterprises meet market demand and improve market competitiveness, this paper studied how to achieve the online personalized customization of infant romper based on consumer demands and modularization theories. The classification and module division of infant romper were carried out from the perspective of consumer design requirements and product data management, and a three-level module library was established. A module coding system was designed based on module coding rules, and the product module was coded reasonably. Then we constructed the main-structure model of infant romper and the module configuration rules, and established the module configuration model combining rule and sample. Thus a complete modular design scheme was formed, which was proved to be feasible through market testing. The theme has important guiding significance for realizing the personalized customization of infant clothing.

Key words: clothing customization; individual design; module; infant clothing; module division; module coding; module configuration

收稿日期: 2018-03-19

基金项目: 福州市科技计划资助项目(2016-G-79); 闽江学院社科资助项目(MYS16005, MYS17041)

作者简介: 于小利(1981—), 女, 河南洛阳人, 讲师, 硕士, 研究方向为服装视觉营销与数字化, E-mail: 25972401@qq.com

日益激烈的市场竞争促使经济模式从市场导向转为消费导向。为了迎合消费者的多样化需求,企业必须在个性化与规模化之间找到结合点,模块化设计解决了这一问题。其基本思路是:将产品划分为若干个具有独立性、互换性、通用性和标准化的模块,然后根据客户需求的不同进行模块的选择和配置,从而达到高效率、高质量、多品种、小批量和低成本的目的。模块化设计在机械、汽车、家具等领域已经得到应用,并产生了许多有价值的研究成果,主要可归纳为3类:一是对模块化设计方法的系统研究,例如, Lee 等^[1]提出采用模糊层次分析法进行模块化产品设计,李兵^[2]研究了面向大规模定制的复合衣柜模块化设计方法;二是对模块化过程中某个方面的专门研究,比如,肖刚等^[3]研究了基于相似实例的板构件产品的配置方法,Ripperda 等^[4]介绍了一种量化成本效应的新方法,有助于在模块化产品族设计中选择合适的方案;三是研究模块化与其他方面的关系,例如,谢卫红等^[5]研究了产品模块化对企业竞争优势的影响机理,Piran 等^[6]利用数据包络分析研究了汽车产品的产品模块化对效率的影响。

服装领域关于模块化理论的研究也有不少,例如:周海媚等^[7]分析了服装模块的变形和连接的普遍性规律,以探讨服装模块化设计的可行性;朱江晖等^[8]提出了服装纸样模块化设计的思路和服装纸样模块系统中模块划分、设计的流程; Aimé 等^[9]以模块化理念研究了时尚、纺织和服装领域的语义解决方案。但是相比其他行业,服装领域的模块化研究还不够深入,理论研究较多,而应用性研究较少,并且很多研究试图探寻普适性的模块化设计方法,而实际上由于服装品类较多、差异较大,在具体应用时只有结合产品特点进行专门研究,才能真正服务于企业,应用于市场。此外,目前的服装模块化研究都集中在西装和衬衫等品类上,少有其他品类,有关婴幼儿服装的研究几乎是一片空白。

随着二胎政策的进一步落实,婴幼儿服装市场需求更加旺盛,80、90后爸爸妈妈已成为消费主力,购买力较强,个性化期望较高。对于婴幼儿服装企业而言,个性化定制必然是未来的发展方向之一,而且婴幼儿服装具有款式和结构相对简单的特点,便于实施大规模定制化生产,因此,本文基于模块化理论对婴幼儿服装的在线个性化定制进行研究,经与企业讨论首选婴幼儿服装中的主打产品即连体衣为研究对象,对其实现在线个性化定制的关键技术进行探索,以期帮助企业真正实现个性化定制生产,提

高市场竞争力。

1 婴幼儿连体衣的模块设计

1.1 婴幼儿连体衣的分类与构成

本文中婴幼儿主要指0~3岁的宝宝,其正处于身体发育最显著的第一个时期:皮肤敏感、皮脂腺分泌多、极易出汗、体温调节功能不完善、对外界适应性较差、抵抗力较低;并且婴幼儿发育较快,头部较大、颈部较短、肩宽不明显、胸腹部突出、四肢力量较弱、上身长下身短。为了适应婴幼儿的生理特点,服装设计时一般更重视舒适性和安全性,款式一般较为简单,宽松量较大,既便于活动又便于穿脱,面料多选择吸汗透气的棉织物。

连体衣因其宽松、舒适、穿脱方便等特点在婴幼儿群体中应用广泛,尤其是0~2岁的宝宝几乎人人穿着。连体衣的分类形式有很多,但因出发点不同,并不一定完全适合于网络定制。本研究通过对47位有网购经验的家长进行访谈,从消费者在线进行个性化定制时的切身需求出发,基于模块化思想对婴幼儿连体衣进行重新分类,具体如表1所示。

表1 婴幼儿连体衣分类

Table 1 Classification of infant romper

分类依据	类别
穿着季节	春秋季、冬季、夏季
穿着场合	内衣、外出服
面料材质	棉、棉混纺、毛、聚酯、其他
面料厚度	超薄、薄、中厚、厚、加厚
面料色系	红、橙、黄、绿、蓝、紫、黑、白、灰、其他
面料花型	素色、条格、波点、卡通、其他
裤腿长度	长爬、短爬、三角爬
门襟设计	对襟、偏襟、套头式
裆部设计	开裆、两用裆
衣袖长短	长袖、短袖、无袖
衣领造型	圆领、信封领、娃娃领、翻折领、罗纹小立领
有无帽子	无帽、连帽、有可拆卸帽子
有无手套	无手套、有翻折型手套、有可拆卸手套
有无脚套	无脚套、包脚、有可拆卸脚套

其中,按照裤腿长短主要分为3种:长爬、短爬和三角爬。长爬为长裤腿型;短爬为短裤腿型;三角爬为无裤腿型,且三角爬多为套头式,开口形式多样,如前开口、后开口、肩部开口、信封式领口等等。另外,婴幼儿服装上的装饰一般较少,最常用的是印花、绣花或者简单的口袋、动物耳朵等小装饰,起到画龙点睛的作用即可,也避免了不必要的安全问题。根据以上分析,同时参考服装覆盖人体的部位不同,可将

婴幼儿连体衣分为 4 个构成部分:覆盖躯干的衣身部分;覆盖颈部、手臂和腿部的衣领、衣袖和裤腿部分;覆盖头、手和脚的帽子、手套和脚套;印花、绣花、口袋等装饰部分,以及纽扣、按扣、拉链等开合件部分。

1.2 婴幼儿连体衣的模块划分

服装的模块化包括部件模块化和零件模块化。其中,部件的模块化主要是面向设计,零件的模块化主要是面向生产^[7]。本文以消费者个性化定制需求为导向,对婴幼儿服装进行部件的模块化划分,原则上每个模块应具有独立性和可替换性,同时也兼顾模块库后期的扩展^[2]。以满足消费者对款式的多样化需求为出发点,同时结合服装生产工艺限制和成本要求,根据模块划分粒度适中的原则,对婴幼儿连体衣的模块进行逐级划分。其中:一级模块的确定依据是上述对连体衣的构成分析,包含衣身、裤腿、衣领、衣袖等 9 个模块,可命名为部件模块;二级模块的确定依据是每个一级模块的常用细分类别,可命名为细分模块;三级模块是部分二级模块的细分造型,比如娃娃领由于领片形状的不同会呈现出各种各样的造型,可命名为造型模块,具体如表 2 所示。

表 2 婴幼儿连体衣模块库

Table 2 Module library of infant romper

一级模块 (部件模块)	二级模块 (细分模块)	三级模块 (造型模块)
衣身	对襟开裆	
	对襟两用裆	
	偏襟开裆	门襟造型 1, 2, ...
	偏襟两用裆	门襟造型 1, 2, ...
	套头式开裆	开口方式 1, 2, ...
裤腿	套头式两用裆	开口方式 1, 2, ...
	长爬	
	短爬	
衣领	三角爬	
	圆领	领型 1, 2, ...
	信封领	
	娃娃领	领型 1, 2, ...
	翻折领	领型 1, 2, ...
衣袖	罗纹小立领	
	无袖	袖型 1, 2, ...
	短袖	袖型 1, 2, ...
	长袖	袖型 1, 2, ...

(续 表)

一级模块 (部件模块)	二级模块 (细分模块)	三级模块 (造型模块)
帽子	无帽	
	连帽	帽型 1, 2, ...
	可拆卸帽	帽型 1, 2, ...
手套	无手套	
	翻折手套	
	可拆手套	手套造型 1, 2, ...
脚套	无脚套	
	包脚	
	可拆脚套	脚套造型 1, 2, ...
开合件	纽扣	造型 1, 2, ...
	暗扣	
	拉链	
	系带	
装饰	印花	造型 1, 2, ...
	绣花	造型 1, 2, ...
	口袋	造型 1, 2, ...
	其他装饰	造型 1, 2, ...

2 婴幼儿连体衣的模块编码

编码可以通过简单的字符代替复杂的含义,避免冗长的文字,简单清晰地描述事物的属性。对婴幼儿连体衣模块进行合理编码,可以有效表达模块特征,传递消费者定制信息,也有利于计算机对信息的读取和调用。原则上每一个模块的编码必须具有唯一性,避免模块的重复开发,保证模块的可识别性;同时还必须具有可拓展性,编码系统也应留有一定的空间,以适应未来的变化,满足模块库的后期完善^[10]。根据婴幼儿连体衣模块库的特点,本研究提出模块编码体系采用树式和链式结构相结合的混合式结构^[11],每个模块拥有一个编码,逐一录入模块库信息系统,为实现模块的调用和配置打好基础。

2.1 模块编码体系的构成

编码体系由字母和数字共 24 位组成,如图 1 所示。其中,第 1、2 位为属性码,第 3~6 位为类别码,第 7~14 位为材质码,第 15~21 位为装饰码,第 22 位为尺码码,第 23 位为追释码,第 24 位为 ABC 分析码。属性码和类别码采用树式结构,材质码和装饰码采用链式结构。



图 1 模块编码体系的构成

Fig. 1 Composition of modular coding system

2.2 模块的编码分析

2.2.1 属性码

属性码主要包含适合穿着的季节和场合,季节代码用数字表示,场合代码用字母表示,具体含义如表3所示。

表3 属性码代码及含义

Table 3 Code and meaning of attribution code

第1位代码		第2位代码	
代码	含义	代码	含义
1	春秋	U	内衣
2	冬	O	外出服
3	夏		

2.2.2 类别码

类别码主要包含组成服装的部件、细分类别和不同的造型,如表4所示。其中:第3位代码对应一级模块,用一个字母表示;第4位代码采用数字组成的顺序码表示细分类别;第5、6位代码表示有多种造型可选的细分部件的造型,设置为两位数字,以满足后续代码库的扩展需要。

2.2.3 材质码

材质码主要包含所选部件采用的面料材质、主要色系、面料花型、厚度和弹性⁵方面信息。其中,材质、色系和花型三方面由于种类较多,分别用两位数字表示,厚度和弹性各用一位数字表示,具体含义如表5所示。

表4 类别码代码及含义

Table 4 Code and meaning of category code

第3位代码		第4位代码		第5、6位代码	
代码	含义	代码	含义	代码	含义
B	衣身	1	对襟开裆	00	无此属性
		2	对襟两用裆	00	无此属性
		3	偏襟开裆	01, 02, ...	门襟造型 1, 2, ...
		4	偏襟两用裆	01, 02, ...	门襟造型 1, 2, ...
		5	套头式开裆	01, 02, ...	开口方式 1, 2, ...
		6	套头式两用裆	01, 02, ...	开口方式 1, 2, ...
P	裤腿	1	长爬	00	无此属性
		2	短爬	00	无此属性
		3	三角爬	00	无此属性
C	衣领	1	圆领	01, 02, ...	领型 1, 2, ...
		2	信封领	00	无此属性
		3	娃娃领	01, 02, ...	领型 1, 2, ...
		4	翻折领	01, 02, ...	领型 1, 2, ...
		5	罗纹小立领	00	无此属性
S	衣袖	1	无袖	01, 02, ...	袖型 1, 2, ...
		2	短袖	01, 02, ...	袖型 1, 2, ...
		3	长袖	01, 02, ...	袖型 1, 2, ...
		0	无帽	00	无此属性
M	帽子	1	连帽	01, 02, ...	帽型 1, 2, ...
		2	可拆卸帽	01, 02, ...	帽型 1, 2, ...
G	手套	0	无手套	00	无此属性
		1	翻折手套	00	无此属性
		2	可拆手套	01, 02, ...	手套造型 1, 2, ...
K	脚套	0	无脚套	00	无此属性
		1	包脚	00	无此属性
O	开合件	2	可拆脚套	01, 02, ...	脚套造型 1, 2, ...
		1	纽扣	01, 02, ...	造型 1, 2, ...
		2	暗扣	00	无此属性
		3	拉链	00	无此属性
		4	系带	00	无此属性

表 5 材质码代码及含义

Table 5 Code and meaning of material code

第 7、8 位代码		第 9、10 位代码		第 11、12 位代码		第 13 位代码		第 14 位代码	
代码	含义	代码	含义	代码	含义	代码	含义	代码	含义
01	材质 1	01	色系 1	01	花型 1	1	超薄	1	无弹
02	材质 2	02	色系 2	02	花型 2	2	薄	2	微弹
						3	中厚	3	超弹
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	4	厚		
						5	加厚		

2.2.4 装饰码

装饰码主要指所选部件上的装饰类别、造型、位置和规格等信息,如果没有装饰,则全部以 0 代替,具体含义如表 6 所示。

2.2.5 尺码码

尺码码位于第 22 位,婴幼儿连体衣常用尺码有 7 个,另外扩展 1 个加小号,一共 8 个,分别用数字表示,具体含义如表 7 所示。

表 6 装饰码代码及含义

Table 6 Code and meaning of decoration code

第 15 位代码		第 16、17 位代码		第 18、19 位代码		第 20、21 位代码	
代码	含义	代码	含义	代码	含义	代码	含义
0	无装饰	00	无此属性	00	无此属性	00	无此属性
1	印花	01, 02, ...	造型 1, 2, ...	01	位置 1	01	规格 1
2	绣花	01, 02, ...	造型 1, 2, ...	02	位置 2	002	规格 2
3	口袋	01, 02, ...	造型 1, 2, ...				
4	其他装饰	01, 02, ...	造型 1, 2, ...	⋮	⋮	⋮	⋮

表 7 尺码码代码及含义

Table 7 Code and meaning of size code

代码	1	2	3	4	5	6	7	8
码数/码	48	52	59	66	73	80	90	100
含义	身高/cm	43~48	46~52	50~59	57~66	65~73	72~80	78~90
	体重/kg	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7.5	7.5~9	9~11
								11~13

2.2.6 追释码

第 23 位设置为追释码,用来区分袖子、脚套等有左右之分的部件。无此属性时可用 0 补齐,将来也可以根据需要用数字或字母进行扩展,以追加解释其他含义,如表 8 所示。

表 8 追释码代码及含义

Table 8 Code and meaning of additional paraphrase code

代码	L	R	0
含义	左侧	右侧	无此属性

2.2.7 ABC 分析码

根据帕累托分析法,首先依据模块特性和重要程度将所有模块分为 A、B、C 三类,如表 9 所示。其中:A 类模块相对差异性、变形性最大,需要投入的

时间和精力也最多,从而导致成本较高,约占总成本的 60%以上;B 类模块其次;C 类模块相对较为固定,变形性不大,需要投入的成本也最低,约占总成本的 10%左右。

表 9 模块 ABC 分类

Table 9 Modular categorization according to ABC analysis

ABC 分析	A 类模块	B 类模块	C 类模块
模块性质	可选模块	变形模块	固定模块
模块内容	手套、脚套、装饰	衣袖、衣领、帽子	衣身、开合件

ABC 分析码置于第 24 位,A 表示可选模块,B 表示变形模块,C 表示固定模块。企业可以此为参考,将主要精力集中于差异较大、较为复杂的 A 类 B 类模块上,合理调配资源。

3 婴幼儿连体衣的模块配置

关于模块配置的方法,学者们已经从不同角度开展了诸多研究,主要包含基于规则、模型、约束、资源、本体、模板、实例和 GBOM(generic bill-of-materials)8 种方法^[12],每种方法各有优缺点,在实际应用中往往是几种方法相结合。根据婴幼儿连体衣的设计特点,本文采用基于规则和实例相结合的方法进行模块配置。

3.1 模块配置的规则与配置模型

准确理解消费者的需求,快速选择并智能调用

模块,配置出满足消费者需求的个性化产品是模块配置的终极目标。因此需要对消费者需求中所蕴含的专业知识进行准确的提取和表达,然后结合相关经验和约束关系构建配置规则,最终才能建立合理的配置模型,以确保配置结果的准确性和有效性。

构建配置规则的前提和基础是产品主结构模型的建立,根据上述分析,可建立如图 2 所示的婴幼儿连体衣主结构模型,其涵盖了多数产品系列,具有较高的可配置性和可变形性。

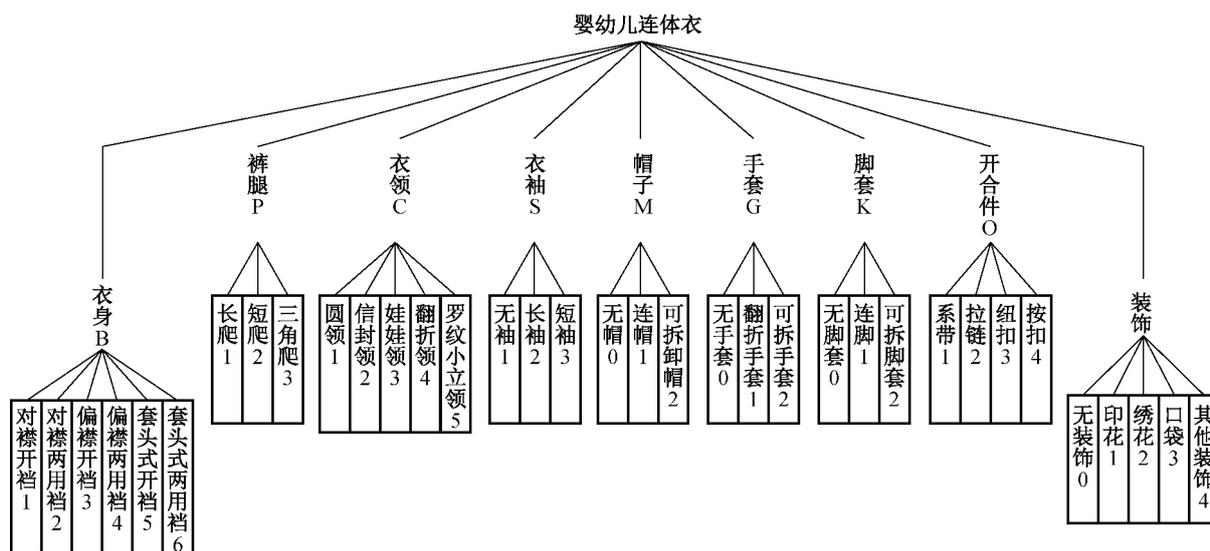


图 2 婴幼儿连体衣主结构模型
Fig. 2 Main structure model of infant romper

配置规则的本质是配置知识库,用来表达和约束配置变量间的关系,确定配置变量的值^[3]。根据婴幼儿连体衣配置过程中各变量的确定方式,将配置规则分为 3 类:一是设计经验规则,主要指服装设计师根据专业经验设定的一些条件,比如包脚款式连体衣不适合做成 80 码以上尺寸的;二是工艺约束规则,主要指生产过程中由于工艺条件限制而无法实现的一些约束,比如印花或绣花的尺寸大小必须符合特定的要求,不能无限放大或缩小;三是模块属性规则,主要指同级模块或不同级模块的属性之间的约束关系,比如二级模块中长袖和短袖不能同时存在,一级模块帽子和二级模块长袖是可以同时存在的,具体关系如图 3 所示。其中, a 表示同级模块之间的属性约束关系, b 表示某一模块与另一模块的子模块之间的属性约束关系, c 表示某一模块与其子模块之间的属性约束关系, d 表示某一模块的两个子模块之间的属性约束关系。

根据以上分析,可以构建模块的配置模型为

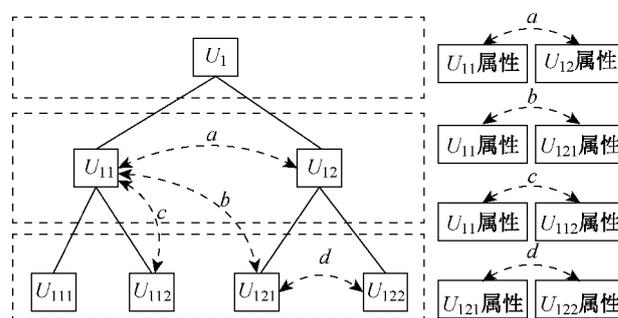


图 3 模块属性规则
Fig. 3 Rules of module attribute

$$M = f(PP, P, V, U, S) \quad (1)$$

式中: f 为配置方法,体现于配置动态流程中; PP 为产品主结构模型; P 为组成产品的模块集, $P = \{P_1, P_2, \dots, P_i\}$, 其中 i 为模块编号, $i = 1, 2, \dots, n$; V 为消费者的需求变量和模块属性变量组成的变量集, $V = \{\text{消费者的需求变量集 } VN, \text{模块属性变量集 } VP\}$, 其中 $VN = \{VN_i\}$, VN_i 表示第 i 个消费

者需求变量, $i = 1, 2, \dots, n$, $VP = \{VP_j^i\}$, VP_j^i 表示第 i 个模块的第 j 个变量, $i = 1, 2, \dots, n$, $j = 1, 2, \dots, n$; U 为约束规则集, $U = \{\text{设计经验规则集 } U_1, \text{工艺约束规则集 } U_2, \text{模块属性规则集 } U_3\} = \{U_{jk}^i\}$, 其中, $i = 1, 2, \dots, n$, $j = 1, 2, 3$, $k = 1, 2, \dots, n$, U_{jk}^i 表示某一个模块变量 P_i 需遵守的第 j 类第 k 条规则; S 为以往配置过的实例集。实例集存储的本质内容为消费者的需求变量, 以及与之相匹配的模块变量。当有新的客户需求出现时, 计算机首先在实例库中检索相似实例, 相似程度的判断依据为历史实例与新的需求变量之间的欧氏距离。当欧氏距离小于某一个特定值时, 即认为足够相似, 可直接提取其配置方案, 从而提高配置系统的智能性和自动化水平, 减少不必要的空间和时间浪费。

3.2 模块配置的流程

模块的配置流程是一个动态的过程, 以消费者的个性化需求为源头, 在需求分析、模块选择、模块匹配等过程中不断地对各个变量进行赋值, 最终生成合理的配置方案。具体配置过程如图 4 所示。

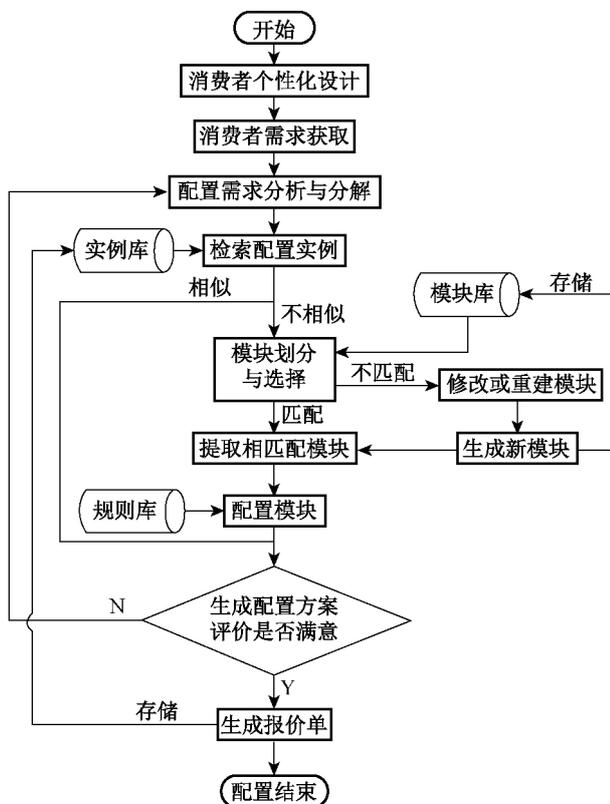


图 4 模块配置流程

Fig. 4 Module configuration process

4 研究结果检验

为了验证此方案的合理性和可行性, 研究团队

协助编程人员为福州某童装品牌开发了一个婴幼儿连体衣在线个性化定制系统, 前端界面如图 5 所示。于 2017 年 7 月 1 日—2017 年 10 月 31 日通过其天猫旗舰店投入市场试运行, 定制产品单价约为同类大货产品的 1.5 倍。从评价部分的打分可以看出, 消费者满意度较平时有 23.10% 的提高, 因为销售和客户服务满意度提高等原因, 定制部分消费者的客单价较普通消费者有 17.22% 的提高。因为在试运行期间没有做专门的营销推广, 点击量完全是通过自然流量获得的, 所以销售量和销售额并没有产生爆发式增长, 具体数据如表 10 所示。总体而言该方案具有一定的可行性, 基本可以满足消费者在线个性化定制需求, 但由于与生产部门协调和匹配不当, 使得销售量受到了一定限制, 这也是研究团队后期需要重点解决的问题。



图 5 在线个性化定制系统前端界面

Fig. 5 Front users interface of online customization system

表 10 2017 年 7~10 月销售情况

Table 10 Sales between July and October in 2017

时间	2017 年 7 月	2017 年 8 月	2017 年 9 月	2017 年 10 月
销售量/件	158	306	488	592
销售额/元	13 566	26 622	42 456	51 504
客单价/元	66.12	67.87	67.28	69.60

5 结 语

本文基于模块化设计理论, 以婴幼儿连体衣为研究对象, 从消费者需求和产品特点出发, 对服装模块划分、模块编码、模块配置等关键技术进行了研究, 并形成了一套面向在线个性化定制的婴幼儿连体衣模块化设计方案。经实际应用和市场经验表明, 该方案是合理的且具有一定的可行性。接下来将主要进行两个方面的研究: 一是扩大研究对象, 对其他婴幼儿服装品类进行研究, 提高在线个性化定

制系统的实用性;二是完善订单管理系统,使其与生产能够柔性化匹配,为企业进一步拓展智能化生产打好基础。

参 考 文 献

- [1] LEE W B, LAU H, LIU Z Z, et al. A fuzzy analytic hierarchy process approach in modular product design[J]. *Expert Systems*, 2001, 18(1):32-42.
- [2] 李兵. 面向大规模定制的复合衣柜模块化设计方法[J]. *西北林学院学报*, 2014, 29(4):237-242.
- [3] 肖刚,包志炎,高飞,等. 基于相似实例的板构件产品配置方法[J]. *计算机集成制造系统*, 2010, 16(2):233-236.
- [4] RIPPERDA S, KRAUSE D. Cost effects of modular product family structures: Methods and quantification of impacts to support decision making[J]. *Journal of Mechanical Design*, 2017, 139(2):103-115.
- [5] 谢卫红,王永健,蓝海林,等. 产品模块化对企业竞争优势的影像机理研究[J]. *管理学报*, 2014, 11(4):502-509.
- [6] PIRAN F A S, LACERDA D P, CAMARGO L F R, et al. Product modularization and effects on efficiency: An analysis of a bus manufacturer using data envelopment analysis[J]. *International Journal of Production Economics*, 2016, 182:1-13.
- [7] 周海媚,徐燕妮,张旭靖,等. 服装款式模块化设计方法[J]. *纺织学报*, 2015, 36(8):104-109.
- [8] 朱江晖,阎玉秀. 服装纸样模块化设计探讨[J]. *浙江理工大学学报*, 2007, 24(4):390-394.
- [9] AIMÉ X, GEORGE S, HORNING J, et al. Vetivoc: A modular ontology for the fashion, textile and clothing domain[J]. *Applied Ontology*, 2016, 11(1):1-28.
- [10] 李兵, TORVINEN S, 关惠元,等. 面向大规模定制的家具模块编码与配置技术[J]. *木材工业*, 2012, 26(4):25-28.
- [11] 唐志宏,刘文金. 基于PDM的办公椅产品及零部件编码技术的研究[J]. *林产工业*, 2015, 42(12):58-61.
- [12] 郭星. 基于模块化的产品族快速配置设计技术的研究与实现[D]. 太原:中北大学机械工程学院, 2012:6-9.

(责任编辑:杜 佳)