

平面立体化成型在儿童笔袋低成本开发中的应用

梁玲琳, 原瑞瑞

(浙江理工大学, 杭州 310018)

摘要: **目的** 解决目前笔袋行业的发展困境, 探索儿童笔袋低成本开发流程, 寻找平面立体化在笔袋开发中的全新应用思路。**方法** 针对儿童笔袋的产品特点和设计现状, 分析并总结出了平面立体化的成型方式、成型特征、应用案例以及成型特点, 具体分析了平面立体化在包装设计中的应用现状, 确定了平面立体化成型在儿童笔袋设计应用中的成本优势, 并对其在笔袋低成本开发中的具体应用进行了详细实践。**结果** 提出了儿童笔袋的低成本开发模型以及平面立体化成型的应用思路, 基于平面立体化成型工艺的特性和儿童笔袋的特征, 进行了笔袋开发设计相关折纸实验和材料性能对比实验, 提出了4种平面立体化收纳模型, 最终得出了儿童笔袋设计方案。**结论** 平面立体化成型在儿童笔袋低成本开发中的应用有足够的可行性, 同时也能带来更多元、更有趣味的用户体验。

关键词: 平面立体化; 低成本开发; 折纸; 收纳模型; 用户体验

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2019)16-0155-10

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.16.024

Application of 3D Plane Molding in Children's Pencil Case Design

LIANG Ling-lin, YUAN Rui-rui

(Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

ABSTRACT: The paper aims to solve the current development dilemma of the pencil case industry and explore the low-cost development process of children's pencil cases, looking for a new application thinking of 3D plane modeling in the development of pencil cases. Based on the product characteristics and design status of children's pencil cases, forms, molding features, application cases and molding characteristics of 3D plane molding were analyzed and summarized, especially the application status in the pencil case design. The cost advantages of applying 3D plane molding to children's pencil case design were determined. Finally, the specific application in the low-cost development of pencil cases was practiced in detail. A low-cost development model for children's pencil cases and an application idea of 3D plane molding were proposed. Based on characteristics of 3D plane molding process and children's pencil cases, the related origami experiments of the pencil case development and material performance comparison experiments were conducted. Four kinds of 3D plane storage models were put forward. The design program for children's pencil case was eventually concluded. The application of 3D plane molding in low-cost development of children's pencil case is feasible enough, and it can also bring more user experience with a touch of fun.

KEY WORDS: plane to three-dimensional; low cost development; origami; storage model; user experience

文具收纳器具从明清时期开始盛行, 主要有文具匣和笔帘两种形式。文具匣容量大, 可盛放毛笔、砚台、笔架、印章等物品, 但较为笨重。明《燕闲清赏笈》中有记载: “匣制三格, 有四格者, 用提架总藏

器具, 非为美观, 不必镶嵌雕刻求奇, 花梨木为之足矣。”笔帘, 则以细密的竹篾制成, 用来临时存放毛笔, 其特点为通风性好, 且存储容量大, 既能保护毛笔, 又方便携带。到了现代社会, 随着文具用品形制

收稿日期: 2019-04-12

基金项目: 教育部人文社会科学研究专项任务项目“工程科技人才培养研究”(13086043-C/13JDGC007)

作者简介: 梁玲琳(1977—), 女, 浙江人, 硕士, 浙江理工大学副教授, 主要研究方向为工业设计。

的变化发展,这两类产品逐渐演变成了现代人手中的文具盒和笔袋,笔袋因其安全便携、存储空间大、噪音小等优势,占有更多的市场份额,在学龄儿童中更受欢迎。然而笔袋所处的文具收纳行业虽然品牌众多,市场空间大,但是其作为低技术制造行业,在技术普及的情况下,现有产品的造型功能大多趋同;对于消费者而言,面对众多相似的商品,质量和价格是其首要考虑的内容。在此现状下,企业从工艺入手重塑产品的生命周期,实现低成本创新,同时创造更多样的用户体验,是其寻找市场突破的有效方法。笔者认为,平面立体化成型可以在其中起到有效的作用。

1 平面立体化成型工艺特点及应用现状

平面立体化成型理论,在不同的领域有不同的理论体系和应用方式。平面作为二维物体,并不具有纵深扩展的能力,但作为造型工具的材料(比如纸)是

有可塑性的。可以通过弯曲、折叠、切割等方式塑造立体,实现平面到立体、立体到平面的互相转换^[1]。平面立体化成型方式及工艺特点见表1:插接成型,即面材在空间位置上互相插接组合,形成稳定的结构,得到立体空间;堆叠成型,将多个面按一定的规律和顺序,重复或者渐变地逐个排列;折曲成型,将面材通过人为的折叠和弯曲,使面发生角度和方向的变化,形成具有一定深度的立体空间^[1]。

平面立体化可实现二维和三维的自如转换,给成型方式带来了丰富而多变的创新可能,因此逐渐在建筑、平面、景观、产品包装以及消费品等众多领域中进行设计应用。包袋类产品已有多类案例,率先尝试了采用平面立体化成型方式来实现不同形式的功能收纳,卷轴式收纳、一片式折叠收纳、对折式两用收纳、模块化折叠收纳、模块化多功能收纳等。平面立体化成型在包袋设计中的应用见表2。

表1 平面立体化成型方式及工艺特点
Tab.1 Formation way and process characteristics of 3d plane molding

成型方式	成型特征	应用案例	工艺特点
插接成型	多面、插接、组合、稳定	other 小马置物架 	通过面与面的相互穿插达到结构稳定,免除固定、链接附件,方便组装与拆卸
堆叠成型	多面、渐变、重复	kilikili 甲壳虫手拿包 	通过多个相似面堆叠成型,结构简单,方便固定与组装
折曲成型	单面、弯曲折叠	北极熊折纸 (Dinh Truong Giang) 	面材经裁剪、折叠成型,易加工,方便固定,成型工序少

表2 平面立体化成型在包袋设计中的应用
Tab.2 Application of 3D plane molding in bag design

应用领域	应用案例	平面立体化成型优势
服装类	132 5.系列 ——三宅一生 	成型方式独特,一片式剪裁
家具类	多功能沙发 ——米兰设计师 Emanuele Magini 	多功能,自由组合,简化工艺

续表 2

应用领域	应用案例	应用案例	平面立体化成型优势
灯具类	in-ei 灯具 ——三宅一生		扁平化包装，轻量化
包袋类	modibag (模块包) ——韩国设计师 Lim sungmook		扁平化包装，简化工艺，多功能
	UM 毛毡背包 ——加拿大 Actual 设计公司		扁平化包装、简化工艺、成型方式独特
	零钱包——手工皮具		一片式裁剪、简化工艺、成型方式独特
	杂物收纳——手工皮具		简化工艺、成型简单
	卷轴笔袋 ——无印良品		创新文具收纳形式，便于文具收纳整理，方便拿取，扁平化运输，工艺简单
	katamaku 笔袋 ——日本 K2m 设计工作室		增加互动性、趣味性，工艺简单，扁平化运输
	Tray Pencil Case ——韩国 Play obje		多功能、增加互动性，扁平化运输

如何将平面立体化的折曲成型,巧妙及广泛地运用到笔袋设计中,创造更多样的产品功能和形式,并优化产品生命周期流程,实现低成本开发,是后续研究和探索的重点。

2 儿童笔袋的低成本开发策略

2.1 儿童笔袋低成本开发模型

儿童笔袋主要用于儿童桌面小型文具用品的收纳,相比于传统的文具盒,笔袋一般采用软性材质,方便携带,容量大,节省空间,也更加安全。市场现

有的儿童笔袋中,按照外观样式进行分类,可分为单层式笔袋、多层式笔袋、对折式笔袋、三折式笔袋、卷轴式笔袋以及一片式笔袋等6类,见表3。

笔袋固定文具的方式有:限位单只固定、限位分类固定、穿插式固定等,部分笔袋内部会采用多种固定结构相结合,常见的是限位单只固定和口袋固定相结合,见表4。

除去外观和固定方式,笔袋另有一个重要部件——封口,常见的笔袋封口样式,分别是拉链、魔术贴、暗合扣、挂钩扣、搭扣、捆绑带、松紧绑带。笔袋封口方式见表5。

表3 笔袋类型
Tab.3 Type of pencil cases

笔袋类型	单层式笔袋	多层式笔袋	对折式笔袋	三折式笔袋	卷轴式笔袋	一片式笔袋
代表样式						

表4 笔袋收纳方式
Tab.4 Storage modes of pencil cases

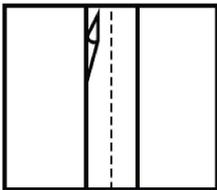
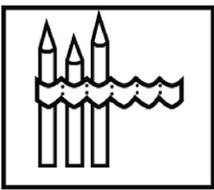
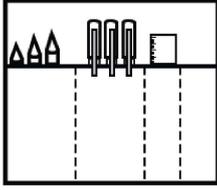
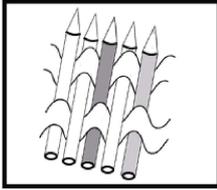
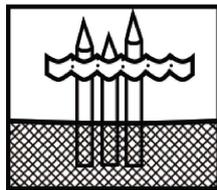
口袋式无固定结构	限位单只固定	限位分类固定	穿插式固定	常见固定结构组合
				

表5 笔袋封口方式
Tab.5 Seal modes of pencil cases

笔袋封口样式	拉链	魔术贴	暗合扣	挂钩扣	搭扣	捆绑带	松紧绑带
图例							

笔袋属于低技术产品,其成本构成主要包括设计成本、制造成本、销售成本、维修成本、回收成本5个部分^[2-3],以及原材料采购、生产制造、运输流通、售卖渠道和服务、消费者维护以及产品废弃回收等各阶段产生的价值积累^[4]。基于笔袋相对简单的结构和功能现状,如何实现笔袋的低成本开发,笔者认为从产品的全生命周期出发,围绕“低制造、低消耗、低流通、低维护、低废弃”五大原则^[5],简化产品结构,降低生产成本以及各环节的流通成本可作为关键,因

此可得出儿童笔袋低成本开发模型,见图1。

2.2 平面立体化成型的低成本性分析

根据笔袋低成本开发模型,梳理了平面立体化成型的笔袋设计流程,见图2。可以看到在选材、加工、运输以及用户体验等方面,均有不同于传统笔袋的生产规划,为验证其成本优势,可以从产品结构设计、材料选择、回收机制、销售策略4个方面进行分析。

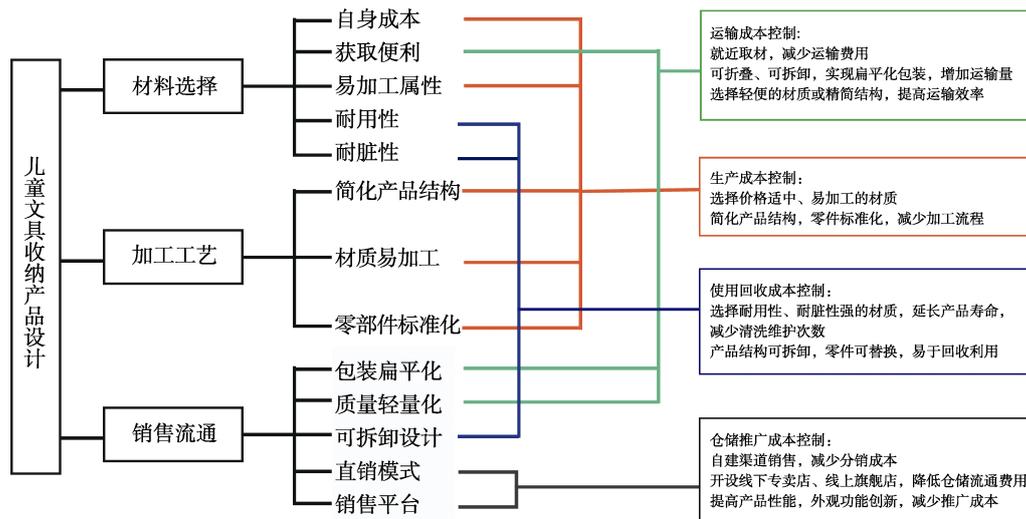


图 1 儿童笔袋低成本开发模型

Fig.1 Low cost development model of pencil case for children

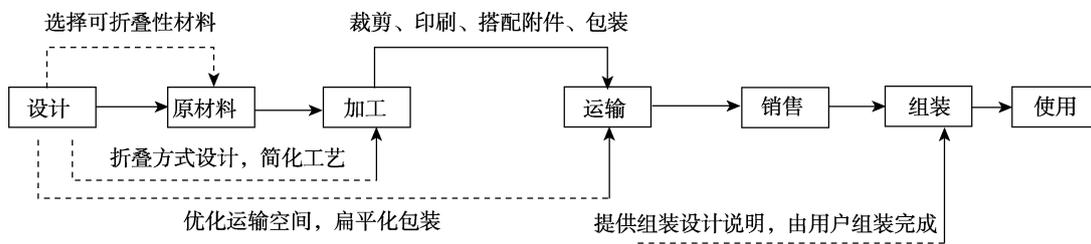


图 2 平面立体化成型产品设计流程

Fig.2 Design process of 3D plane molding product

1) 产品结构的设计——少工序、多互动。平面立体化成型产品结构是基于折叠实现的，相较传统笔袋结构，采用一片式裁剪，制作流程上可减少缝纫工序，减少材料浪费，降低生产成本^[6]；零件模式出售时需要用户自行折叠组装，增加用户与产品的互动性，也减少生产阶段的人工组装成本。

2) 材料选择——易加工、寿命长、易保养。平面立体化成型要求材料有一定的可塑性和柔韧性，针对儿童群体，还要具备安全性、耐脏性、易清洁性和耐用性。在设计阶段需要进行大量的材料性能测试，良好的材料性能便于生产加工，易于清洁维护，耐用性和柔韧性还可以延长产品的使用寿命，有利于降低生产和维护成本。

3) 产品回收机制——高回收、低消耗。平面立体化产品具有可拆解性，有利于产品维修和回收，可以有效控制产品的回收成本，实现零部件回收最大化^[7]。

4) 销售渠道——低运输、易推广。平面立体化成型产品采用扁平化包装，产品出厂时是平面的形式，可以节省运输空间和仓储空间，有利于降低物流成本和仓储成本。平面立体化成型方式因其特殊性，产品依靠自身的优势实现推广，有利于降低营销推广成本。

由此可见，平面立体化成型在产品中的应用虽然在设计前期有开发成本，但是可有效降低后期的生产成本、使用维修成本、销售成本以及回收成本，相较于传统缝纫成型，有明显的优势，见表 6。

表 6 笔袋成型中平面立体化相较于传统缝纫成型的成本优势分析

Tab.6 Analysis on cost advantage of 3D plane modeling compared with traditional sewing in pen case molding

对比项目	传统缝纫成型	平面立体化成型	平面立体化成型优势分析
材料	帆布、棉麻、皮革、涤纶等	可塑性较好、柔韧性好的软性材质	对材质的可塑性、柔韧性有要求
工艺	裁剪、印刷、缝纫、锁边、安装附件、包装	裁剪、印刷、搭配附件、包装	相对传统笔袋制作，免去了一些缝纫步骤，简化了工艺
运输	立体包装	扁平化包装	节约运输空间，降低运输成本
销售模式	成品销售	零件销售	减少了商品组装的人工成本
使用方式	袋状收纳	折叠组装收纳	用户参与成型，使用方式新颖
售后维修	更换过程繁琐或直接丢弃	方便更换零部件	组装成型的产品可以通过更换坏掉的模块，延长产品寿命

3 平面立体化成型在儿童笔袋低成本开发中的设计应用

3.1 学龄儿童心理发展需求探讨

学龄儿童年龄范围大概在六七岁至十二三岁,处于小学阶段,这个时期是儿童心理发展的一个重要阶段,同时也是培养学习能力和奠定基础知识的重要阶段。这个时期儿童生活的主导活动由游戏转变为学习,需要采取有效的形式帮助学龄儿童完成这一转变;同时这一时期儿童的抽象思维和逻辑思维逐渐形成,思维形成的过程需要合理的行为来引导儿童完成学习^[8]。

基于这两点,可以通过情景学习和益智类产品来促进儿童对学习的认知与思维转变,但具体方式要符合学龄儿童的心智特点。第一要符合儿童认知能力的发展特点,学习过程要从易到难,可以在学习的过程或产品的使用过程设置等级,循序渐进进行引导。第二要为儿童提供相适应的情感体验,从兴趣入手,吸引儿童的注意力,还要具有一定的目的性,提升其成就感。第三要考虑儿童的生理情况和学习能力,学龄儿童的动手能力和安全意识较弱,学习方式的制定要符合儿童的生理特点。

本文探讨的平面立体化成型是儿童较常接触的折纸游戏,符合学龄儿童的认知能力发展,具备一定的吸引力,最终成型的笔袋可以满足儿童的成就感,纸质品对于儿童来说相对安全。考虑如何简化折叠步骤、实现文具收纳功能,是下文设计中的重点。

3.2 平面立体化成型的应用思路

儿童笔袋属于小型收纳产品,自身收纳空间有限,进行设计时,要考虑材料成本和儿童对折叠空间的认知能力。结合笔袋特征和儿童生理、心理特点,可从以下3个方面着手平面立体化的设计应用。

1) 多功能。笔袋的使用场景是在课堂上和书包里。前者类似于笔筒的功能;后者需要收纳并保护文具,有笔袋和笔盒。通过折叠方式的设计,将两种功能结合在一起,呈现袋状和盒状两种形式,实现笔袋和笔筒两种功能的转换。

2) 易折叠。折叠需要逻辑思维能力,儿童的逻辑思维是一个逐渐认知的过程,6岁具备一定的逻辑能力,到了8岁能够做简单的逻辑推理^[9]。平面到立体成型的过程应尽量简化,在儿童能够接受的认知范围内,用简单的方式引导儿童完成笔袋的折叠,提高产品的易用性。

3) 可分类。划分收纳功能区域,可提升儿童对秩序感的认识和体验,培养整理收纳习惯。在折叠笔袋成型的过程中,尽量折出更多的收纳区域,规划放置不同的学习用品,提高使用效率。

3.3 平面立体化成型方式实验探索

基于上述3点,笔者选择了平面立体化成型在笔袋设计中的4种应用方式:开放式收纳、半开放式收纳、盒状收纳以及袋状收纳,以相近尺寸的纸张进行了深入实验分析,见图3。



图3 平面立体化成型方式探索实验

Fig.3 Exploration experiment of 3D plane modeling

半开放式收纳见图 4，由长宽比为 4 : 3 的方形纸折叠成型，折叠步骤少，易成型，收纳方式灵活，便于儿童参与组装折叠，折叠完成需要附件进行固定，但存储空间较小。

袋状收纳见图 5，由长宽比为 4 : 3 的方形纸折叠而成，有两种收纳形式，可实现盒状和袋状的转变，折叠步骤少，可调节空间大小，其折叠与收纳方式同样便于儿童参与，但纸张利用率较低。

盒状收纳见图 6，由长宽比为 2 : 3 的方形纸折叠成型，纸张利用率较高，折叠步骤少，储物空间大，成型对于纸张硬度有一定的要求，对儿童来说折叠较为方便，折叠完成需要附件固定封口。

多层袋状收纳见图 7，层数可根据纸张的长度来调节，可实现功能分区，纸张利用率大，但折叠步骤多，折叠方式对于儿童来说难度较大，储物空间小。

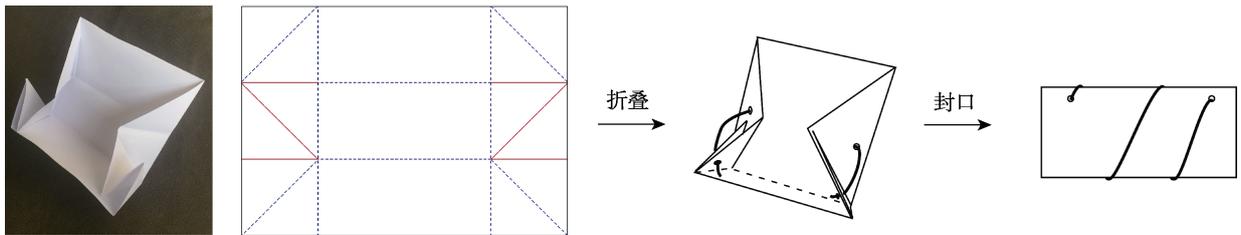


图 4 半开放式收纳
Fig.4 Half open-ended storage

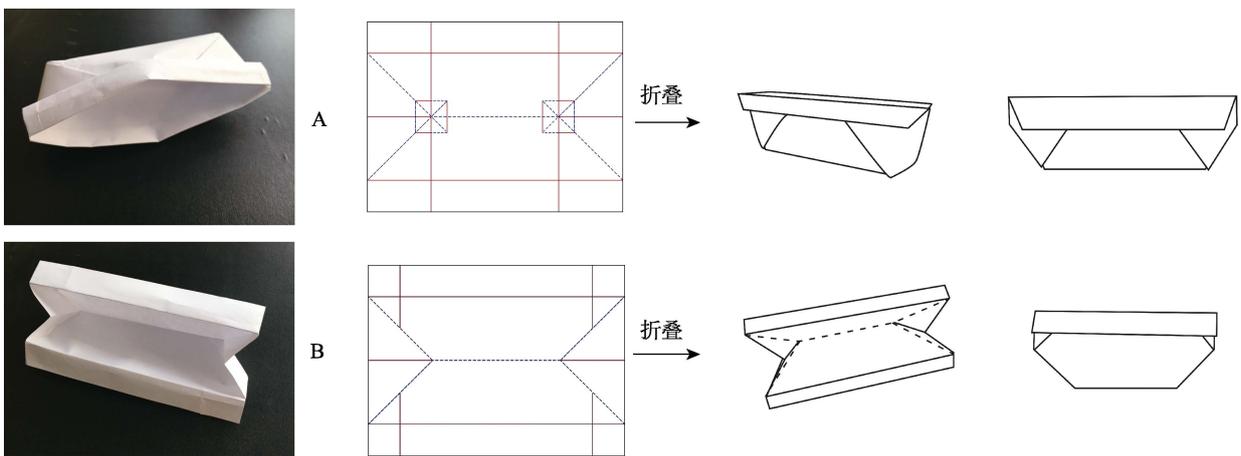


图 5 袋状收纳
Fig.5 Bag-like storage

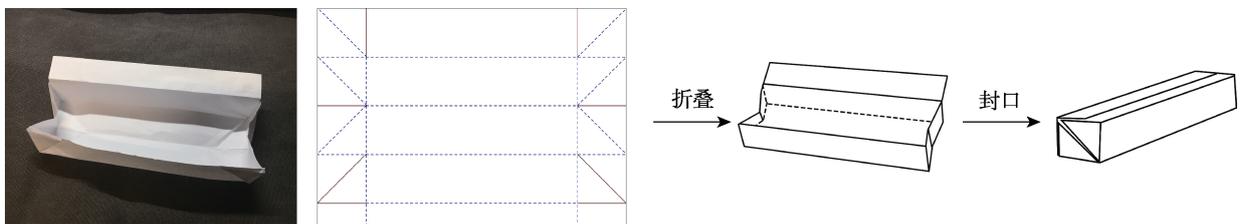


图 6 盒状收纳
Fig.6 Box shaped storage

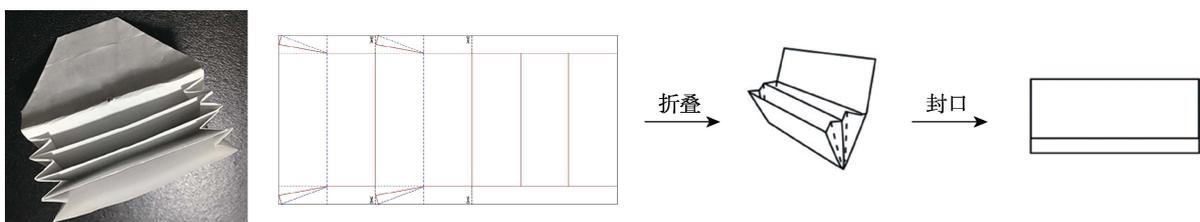


图 7 多层袋状收纳
Fig.7 Multi-storey bag-like storage

这4种折叠方式形成的储物空间都能满足基本的收纳功能,并实现平面和立体的相互转换,其低成本主要体现在工艺简单、零件模式出售、扁平化包装和可拆卸设计上,但尚存在缺陷,比如纸张利用率低、储物空间小、折叠复杂等,需要在设计中优化规避。

3.4 成型材料性能及成本对比分析

成型方式确立后,需重点探讨材料性能及其成本。平面立体化成型要求材质具有类似纸张的可折叠性和抗折叠疲劳性;对儿童来说,还需具有防水性、环保性和耐脏性;考虑到成本,材料还需具有高性价比,比如易保养,寿命长等。最后,笔者选择了牛皮纸、棉麻不织布、2 mm厚度不织布、可水洗牛皮纸以及Tyvek纸等5种具有可折叠性的材料进行了性能测试。

1) 材料可塑性实验见图8,对5种材质分别进行折叠,探索材料的折叠性能能否满足平面立体化成型要求。从折叠状态来看,牛皮纸、可水洗牛皮纸、Tyvek纸3种材质具有良好的折叠性能,轮廓挺括,收纳空间明确;棉麻不织布触感较硬,折叠性不强;2 mm厚度不织布有一定厚度,不易实现折叠。

2) 材料抗折叠疲劳实验见图9,将相同尺寸5种材质在同一位置分别进行对合折叠100次,观察每种材质的折痕状态。从折痕状态来看,可水洗牛皮纸和Tyvek纸的折痕较深,折叠磨损不明显;棉麻不织布和2 mm厚度不织布折痕较浅,会慢慢回弹恢复;牛皮纸经过多次折叠后出现了少量磨损痕迹。材料磨损度与产品寿命有着直接联系,因此可知由水洗牛皮纸和Tyvek纸制作的产品,寿命最长。



图8 材料可塑性实验

Fig.8 Plasticity experiment of material

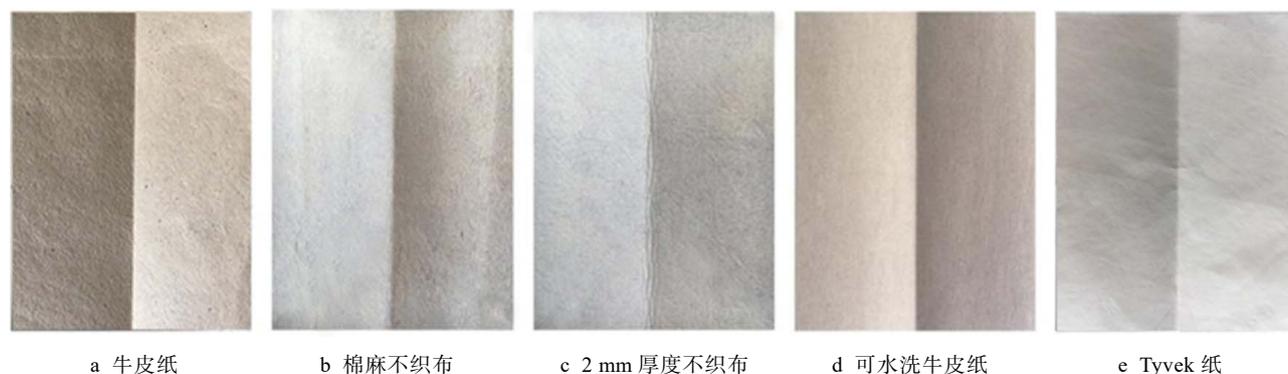


图9 材料抗折叠疲劳实验

Fig.9 Anti folding fatigue test of material

3) 材料防水性实验见图10,分别将5种平坦未折叠材质放在水龙头下用水冲刷其中的一面,静置几分钟后观察水的渗透情况。可以发现:Tyvek纸上的水都在材质表面,对水的隔离效果最好;可水洗牛皮纸上有一水痕,但没有渗透到反面,防水性能较好;棉麻不织布由于表面的纹理,有一定防水功能,但长时间接触水易浸透;2 mm厚度不织布具有吸水性,不防水;普通牛皮纸刚接触水时有少许防水性,但很快就会被水浸透。

4) 材料环保性及成本分析。普通牛皮纸以硫酸盐针叶木浆为原料,质地坚韧,环保耐用,市场上普

通牛皮纸的价格约为0.8元/平方米。

不织布是由定向的或随机的纤维构成,多采用聚丙烯(PP)粒料为原料,具有柔韧、质轻、不助燃、容易分解、无毒无刺激性、可循环再用等特点。市场上棉麻不织布的价格约为4.5元/平方米,2 mm厚度不织布的批发价格约为5元/平方米。

水洗牛皮纸原材料为天然纤维浆,不含任何有害物质,可降解,可回收再利用^[10],具备缝合强度高、抗磨损性能强、柔韧高、耐洗涤等特点,适用于户外活动。市场上可水洗牛皮纸的批发价格约为18元/平方米。

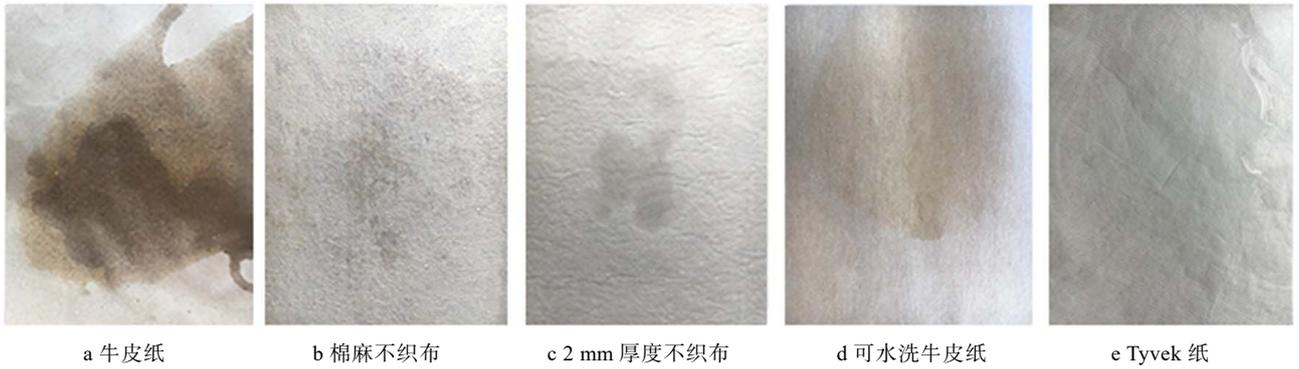


图 10 材料防水性实验
Fig.10 Waterproof test of material

Tyvek 纸是由高密度聚乙烯纤维经过闪蒸法制作而成的环保材质，在完全燃烧后仅产生二氧化碳及水蒸气，具有很高的抗撕裂强度，经得住多次连续折叠或弯曲，而不会破损或断裂。市场上 Tyvek 纸的批发价格按照不同型号在 8~15 元/平方米。

综合对比 5 种材质，水洗牛皮纸和 Tyvek 纸虽然在价格上高于其他 3 种材质，但其可塑性、抗磨损性、抗撕裂性、防水性、可回收性等均优于其他 3 种材质，具备更长的使用寿命，因此，笔者选择环保性能、材料强度韧性更优的 Tyvek 纸，作为儿童笔袋平面立体化成型的原材料。

3.5 儿童笔袋设计方案实践

笔者以 Tyvek 纸为材质，魔术贴为连接固定附件，基于一张矩形纸材，初期加工程序仅限于裁切和固定，尝试了儿童笔袋低成本开发的设计实践，见图 11—13。

可以看到，不同尺寸的基材可以创造出多种形式的产品形态及收纳功能，相较于传统缝纫成型的裁剪、缝纫、印刷、包边等多工艺流程，平面立体化成型工艺简单，产品形式多样，扁平化的仓储包装在生产、运输、使用、回收等阶段，有明显的成本优势，同时也使儿童笔袋的趣味性和用户体验更加多元。

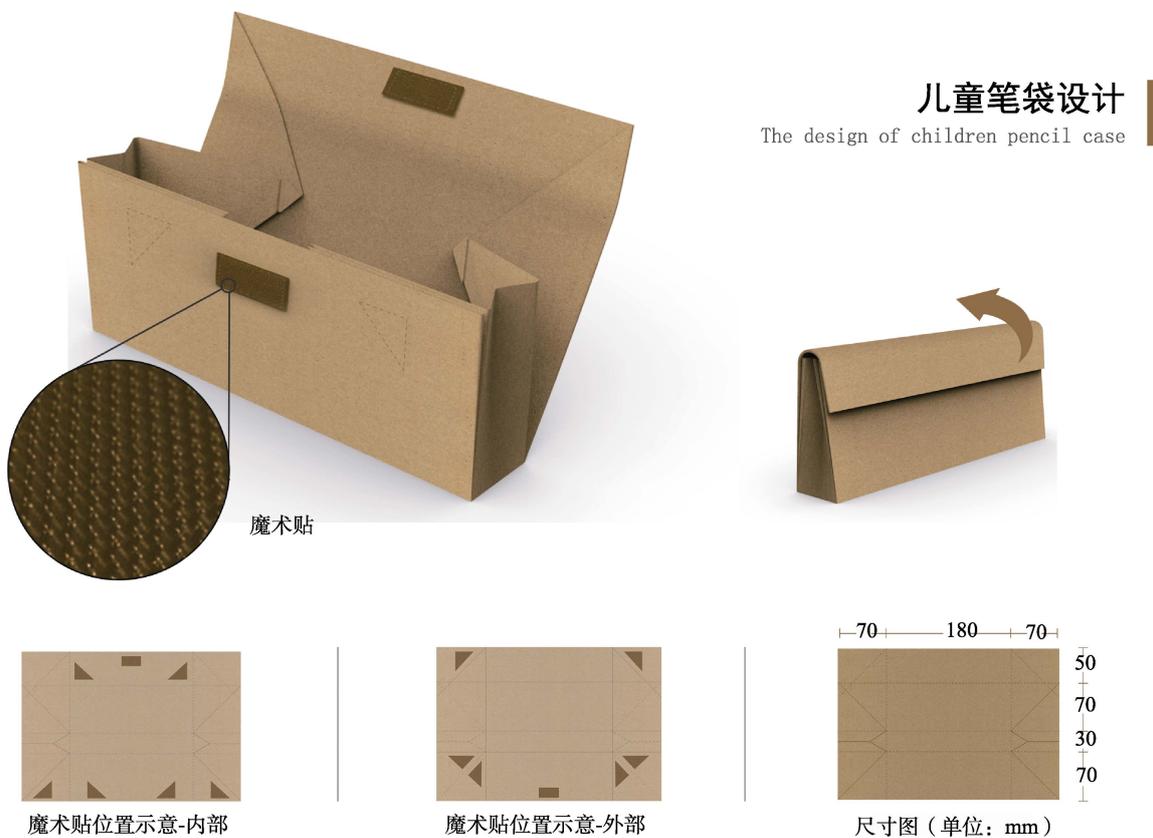


图 11 半开放式袋状儿童笔袋
Fig.11 Half open-ended bag like pencil case for children

儿童笔袋设计

The design of children pencil case

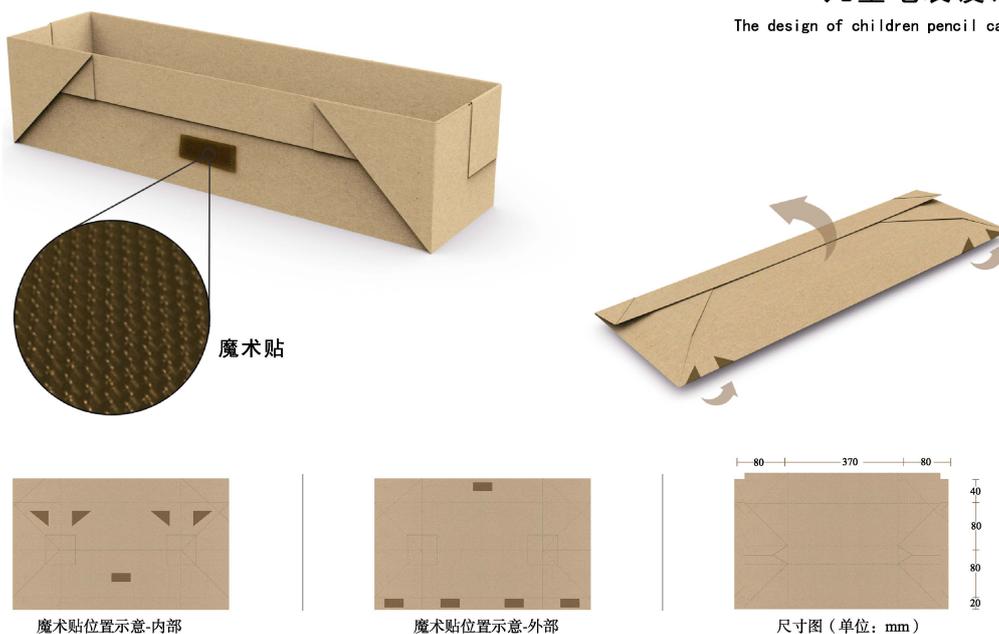


图 12 两用袋状儿童笔袋
Fig.12 Dual-purpose bag like pencil case for children

儿童笔袋设计

The design of children pencil case

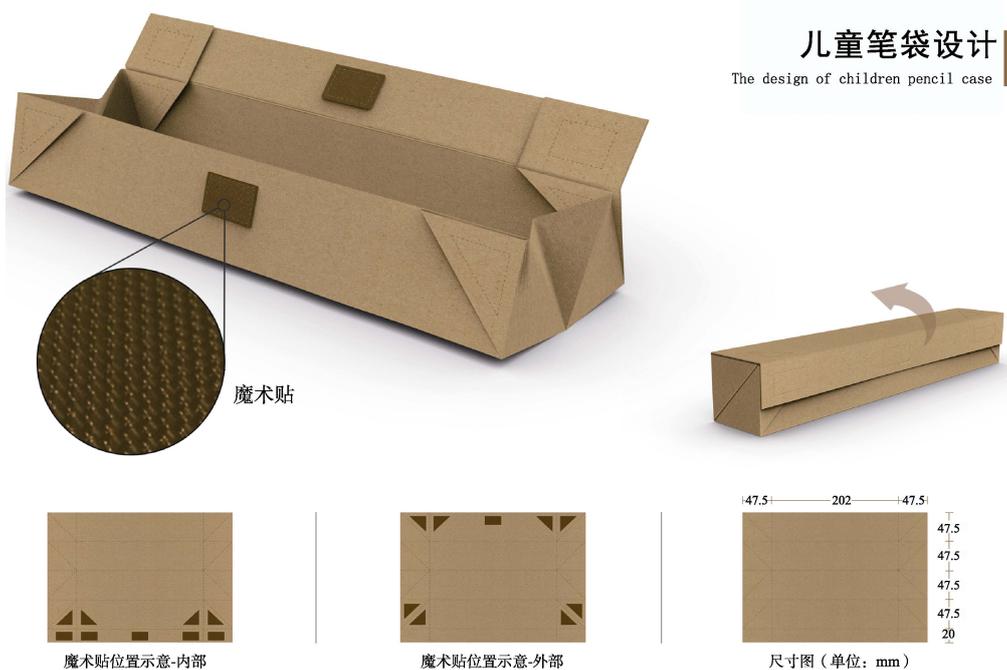


图 13 盒状儿童笔袋
Fig.13 Box shaped pencil case for children

4 结语

产品设计阶段是实现低成本开发的重要环节,前期的设计有效决定了后期各方面的成本。平面立体化成型有着独特的成型方式,并在生产、销售、维修、回收等环节有着成本优势,将其应用于儿童笔袋设计中,通过折叠塑造不同的空间形态,探索不同的收纳方式,不仅能够降低产品的全生命周期成本,实现低成本开发,还有助于提高笔袋的趣味性,提升笔袋的

使用体验,同时为笔袋行业带来新的设计方向。

参考文献:

- [1] 徐时程. 立体构成[M]. 北京: 清华大学出版社, 2007.
- XU Shi-cheng. Three-dimensional Composition[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2007.

(下转第 176 页)

- Brand and Its Product Brand on Purchase Intention[J]. Chinese Journal of Management, 2009, 6(1): 112—117.
- [13] CHITTURI R. Delight by Design: The Role of Hedonic versus Utilitarian Benefits[J]. Journal of Marketing, 2008, 72(3): 48—63.
- [14] 李东进. 产品设计领域的消费者审美体验[J]. 心理科学进展, 2013(2): 336—346.
LI Dong-jin. Consumer Aesthetic Experience in Product Design[J]. Advances in Psychological Science, 2013(2): 336—346.
- [15] 周代军. 浅析苹果手机的成功营销策略[J]. 经营管理者, 2015(21): 276.
ZHOU Dai-jun. A Brief Analysis of the Successful Marketing Strategy of iPhone[J]. Manager Journal, 2015(21): 276.
- [16] 曹宁宁. 心理时间在空间纬度上非稳定特征的实验研究[J]. 心理科学, 2011(3): 576—580.
CAO Ning-ning. An Experimental Study on the Unstable Characteristics of Psychological Time in Space[J]. Journal of Psychological Science, 2011(3): 576—580.
- [17] 凌力. 苹果 vs 三星: 谁将执智能手机界之牛耳?[J]. 科技导报, 2016, 36(9): 32—37.
LING Li. iPhone vs Samsung: Who Will be the Flagship of Smart Phone Industry?[J]. Science & Technology Review, 2016, 36(9): 32—37.
- [18] DE T M. Influence of Aesthetic Perception on Visual Event-related Potentials[J]. Consciousness & Cognition, 2008, 17(3): 933—945.
- [19] CHATTERJEE A. Prospects for a Cognitive Neuroscience of Visual Aesthetics[J]. Bulletin of Psychology and the Arts, 2004, 4(2): 55—60.
- [20] 滕兆焯. 论手机图形用户界面中图标设计可视性[J]. 包装工程, 2013, 34(4): 66—70.
TENG Zhao-xua. The Visibility of Icon in Graphical User Interface of Mobile Phones[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(4): 66—70.

(上接第 164 页)

- [2] 曾庆良, 熊光楞, 范文慧, 等. 并行工程环境的面向成本设计[J]. 机械工程学报, 2001(7): 1—4.
ZENG Qing-liang, XIONG Guang-leng, FAN Wen-hui, et al. Cost-Oriented Design of Concurrent Engineering Environment[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2001(7): 1—4.
- [3] 陈晓川, 方明伦. 制造业中产品全生命周期成本的研究概况综述[J]. 机械工程学报, 2002(11): 17—25.
CHEN Xiao-chuan, FANG Ming-lun. Summary of Research on Product Lifecycle Cost in Manufacturing Industry[J]. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 2002(11): 17—25.
- [4] 约瑟夫·派恩, 詹姆斯·吉尔摩. 体验经济[M]. 北京: 机械工业出版社, 2008.
JOSEPH P, JAMES G. Experience Economy[M]. Beijing: Mechanical Industry Press, 2008.
- [5] 董丽. 低成本风景园林设计研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2013.
DONG Li. Study on the Design of Low-cost Landscape Architecture[D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2013.
- [6] 张秀芬. 复杂产品可拆卸性分析与低碳结构进化设计技术研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2011.
ZHANG Xiu-fen. Analysis of Detachability of Complex Products and Evolutionary Design of Low Carbon Structure[D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2011.
- [7] 翟健含. “一开式”纸材料包装造型研究[D]. 沈阳: 沈阳航空航天大学, 2016.
ZHAI Jian-han. Research on "Open-Type" Paper Material Packaging Modeling[D]. Shenyang: Shenyang Aerospace University, 2016.
- [8] 尹茹颖. 发展心理学在学龄儿童交互设计中的应用[J]. 大众文艺, 2016(3): 74.
YIN Ru-ying. Application of Developmental Psychology in Interactive Design of School-age Children[J]. Popular Literature, 2016(3): 74.
- [9] 龚伊林. 儿童视知觉规律在折纸设计中的应用研究[D]. 苏州: 苏州大学, 2015.
GONG Yi-lin. Research on the Application of Visual Perception in Children in Origami Design[D]. Suzhou: Soochow University, 2015.
- [10] 武建峰. 彩色耐水洗仿皮纸生产技术探讨[J]. 中国造纸, 2016, 35(12): 69—72.
WU Jian-feng. Discussion on Production Technology of Colored Washable Faux Leather Paper[J]. China Pulp and Paper, 2016, 35(12): 69—72.