模块化设计方法在童车设计中的应用

陈媛，宋端树，黄悦欣
（江苏师范大学，徐州 221116）

摘要：目的 延长童车产品的生命周期，减少资源浪费与环境污染。**方法** 以模块化设计方法为基础，分析产品模块化设计过程，对不同种类童车进行模块化解构。**结果** 将普通童车进行模块化处理，添加必要组件，使之通过简单的组合变换成为 3 种不同类型的童车，包括儿童自行车、儿童三轮车、儿童滑板车。**结论** 应用模块化设计方法有利于延长童车的生命周期，能满足用户的多样化需求，为儿童产品领域的其他设计提供参考。

关键词：模块化设计；人机工程学；产品设计；童车设计
中图分类号：TB472 **文献标识码：**A **文章编号：**1001-3563(2017)16-0158-05

Applications of Modularity Design Methods in Children's Bike Design

CHEN Yuan, SONG Duan-shu, HUANG Yue-xin
(Jiangsu Normal University, Xuzhou 221116, China)

ABSTRACT: Prolonging the service life of children's bike, reducing the waste of resource and environment pollution. Based on the modularity design methods, analyzing the design flow of the product modularity to deconstruct the modules of diverse sorts of children's bike. Modularizing the normal child's bicycle and adding required components, which enables a children's bike can change into normal bike, three-wheeled bike and scooter. By applying module design method is conducive to extend the lifecycle of a children's bike and satisfy diversified demands, which provides reference to other designs in terms of the areas of children products.

KEY WORDS: modularity design; ergonomics; product design; children's bike design

据国家统计局相关数据显示，我国儿童人口总数已超过 2 亿[1]。儿童既是社会中的弱势群体，又是备受社会关爱的群体，家长对儿童产品的投入也越来越多[2]。童车作为婴童产品中最普遍、最具代表性的产品，在儿童成长的过程中有着不可替代的作用。由于儿童身体与心智成长较快，对童车种类的需求不断变化，导致许多仍能继续使用的童车被闲置、淘汰，造成了资源与空间的浪费，如何有效的延长童车产品的生命周期成为了一个亟待解决的问题。

1 童车设计现状

童车作为儿童的主要玩具之一，种类较多，划分较细，主要包括儿童推车、三轮车、自行车、滑板车等。据调查，普通城市家庭在儿童成长过程中至少会购置 3 辆以上童车，这主要是由于目前国内童车功能相对单一，家长需要根据儿童成长情况进行多次购买。由此造成每种童车的使用寿命仅 2 年至 3 年，而废置的童车占据了相当大的生活空间。

为了提高童车产品的功能性，国外 BMW 公司曾推出一款平衡车与自行车相结合的两用童车，BMW 儿童自行车见图 1，通过拆装传动装置和鞍座实现功能的转换。平衡车作为学习使用自行车之前的辅助产品，使用时间相对短暂，所以这只在一定程度上延长了童车的使用寿命。为了更有效地延长童车产品的生命周期，增加童车使用的灵活性、适应性以及可持续

收稿日期：2017-04-10
基金项目：江苏省教育厅资助项目（14KJB460015）；徐州市科技计划资助项目（KCI4SM074）
作者简介：陈媛（1990—），女，江苏人，江苏师范大学硕士生，主攻工业设计和通用设计。
通讯作者：宋端树（1982—），男，江苏人，江苏师范大学副教授，主要研究方向为工业设计和通用设计。

性[3]，选择将具有实际应用价值的模块化设计方法应用到童车设计中。

图 1　BMW 儿童自行车
Fig.1 BMW children’s bike

2　模块化设计方法

模块化设计是指对一定范围内不同功能或相同功能不同性能、不同规格的产品，在进行功能分析的基础上，划分并且设计出一系列功能化模块，通过对这些模块的不同选择和组合来构成不同性能的产品，满足市场的不同需求[4]。模块化设计已逐渐由一种理念成为一种现代设计方法，在多个产品设计领域成功运用，这不仅拓展了产品外观和功能的可能性，而且为用户提供了更加灵活的使用方式，延长了产品的生命周期[5]。模块化设计过程主要围绕用户需求分析、产品功能分析、模块划分与模块设计 4 个方面进行[6]，模块化设计过程见图 2。

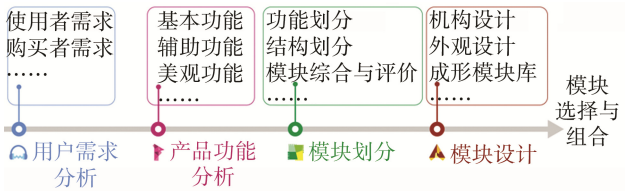

图 2　模块化设计过程
Fig.2 Process of modularity design

用户需求分析是产品设计的切入点[7]。通过市场调查获取用户对产品的各种需求，获取用户对市场现有同类产品的满意度和对此类产品的基本型及其衍生型的需求度，从而分析模块化设计的可行性。

产品功能分析是模块化设计的基础。通过功能分析法建立功能模块，包括基本功能和辅助功能、使用功能和美观功能等的划分，去除过剩功能、增补不足功能、拓展新功能，提高产品价值，满足用户需求，进而确定设计定位。

模块划分是模块化设计的关键。模块划分的好坏直接影响模块系列设计的成功与否，在进行模块划分时力求以最少的模块，组合出尽可能多的产品。因此在功能分析和结构分析的基础上，可以将相互关系密切的子功能合并为一个模块。

模块设计是模块化设计的重点。模块设计需要充分考虑模块的相对独立性、可互换性、通用性[8]。相对独立，要求每个模块在功能与结构上具有一定的独立性与完整性；互换性要求模块接口部位的结构、尺寸和参数标准化；通用性主要体现在模块化系列产品中，要求模块跨系列通用。

3　童车模块化设计方案

3.1　需求与功能分析

通过对儿童车市场的调研分析得到了以下结论：（1）儿童作为使用者，追求新颖性，希望在不同阶段拥有不同种类的儿童车；（2）家长作为购买者，追求更高的性价比，希望用尽可能低的价格购买产品以满足儿童不断变化的需求；（3）企业作为生产者，追求利润率，希望用尽可能少的生产成本，应对用户不断变化的需求。

在功能上，童车除了作为骑行工具外，更多的是以玩具的形式出现在儿童生活中，儿童对于玩具总是喜新厌旧，因此有必要拓展童车的新功能以满足用户的不断变化的需求。具体设计定位如下：应用模块化设计方法，通过模块的选择与组合，使儿童自行车拥有至少 3 种以上不同功能，使之适应 4 岁至 12 岁之间的儿童使用，使产品能够伴随儿童成长。

3.2　童车模块划分

结合前期的用户需求与产品功能分析，将儿童自行车、儿童滑板车、儿童三轮车这 3 类主流童车进行模块化解构。其中儿童自行车与成人自行车结构相似，基本组成元件相同，主要由前叉、车架、齿轮等组成。将各零部件按照工作特点进行模块划分，主要分为车架系统、行动系统、传动系统和制动系统[9]。儿童三轮车与儿童滑板车的结构较儿童自行车而言相对简单，3 种童车的模块划分见表 1。3 种儿童车的模块划分相似，组成部件重合，以儿童自行车为基本型，可以向多功能方向进行衍生设计。

表 1　3 种童车的模块划分
Tab.1 Modularity partition on three kinds of children’s bike

名称	车架系统	行动系统	传动系统	制动系统
儿童自行车	前叉、车把、车架、鞍座	车胎、轮毂、钢丝、花鼓	齿轮、曲柄、飞轮、链条	刹车器、刹车把手、刹车线
儿童三轮车	前叉、车把、车架、鞍座	车胎、轮毂、钢丝		
儿童滑板车	前叉、车把、车架	车胎、轮毂、钢丝		刹车器、刹车把手、刹车线

3.3　童车模块设计

将模块化应用于童车设计的目的在于延长产品的生命周期，因此必须充分考虑儿童群体成长迅速所

带来的尺寸设计问题。美国人体工效学专家 Alvin R・Tilley 在进行较大范围的抽样测量及科学计算后得到了一些具体可用的人机尺寸[10]。数据表明，儿童群体在 4 岁至 12 岁阶段，平均每年身高增加约 5 厘米至 6 厘米，而这一阶段内男孩与女孩的人体尺寸差异并不明显，所以使用同一模型进行标注。为获取具体人机尺寸数据，研究 4 岁、8 岁、12 岁儿童的人体测量尺寸，4 岁、8 岁、12 岁儿童人体测量尺寸见图 3。

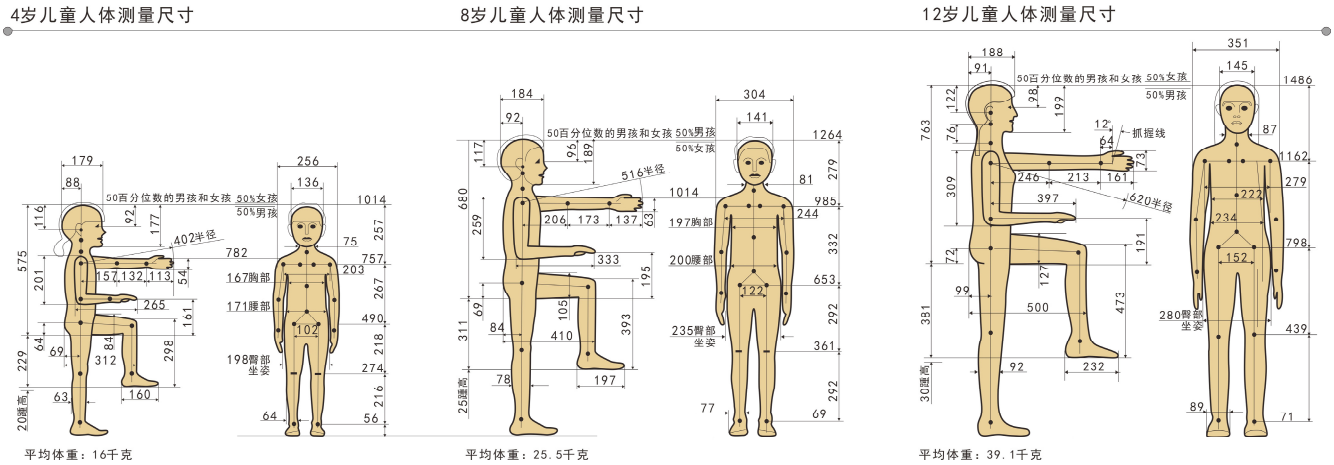

图 3 4 岁、8 岁、12 岁儿童人体测量尺寸（单位：mm）

Fig.3 4, 8, 12 years old children's anthropometric measurements (unit: mm)

儿童 4 岁至 12 岁之间身高增长超过 40 厘米，第 5 百分位 4 岁女孩与第 95 百分位 12 男孩的区间值为 1014-1084，该数值远大于第 5 百分位成年女性与第 95 百分位男性的区间值，这增加了设计的难度，因此选择第 50 百分位数值为基准，选取与童车设计相关的数据进行计算。以 S_{50}、M_{50}、L_{50} 分别表示第 50 百分位 4 岁、8 岁、12 岁儿童的相关人体测量数据，这些数据用于计算儿童在 4 岁至 8 岁和 8 岁至 12 岁两个阶段内的相关人体尺寸的均值。设置 $a=(S_{50}+M_{50})/2$，$b=(M_{50}+L_{50})/2$，a 和 b 作为区间值，具体数据见表 2。根据儿童身高、小腿加足高、肩到指尖长等主要测量尺寸的区间值来确定儿童自行车的车把离地距离、车身总长、车座离地高度等主要尺寸，并以 16 英寸全球通用的自行车尺寸为参考，对各零件模块进行具体的尺寸设计[11]。

模块设计中，通用模块的设计除了通过尺寸设计增加通用性，还可以通过设计多种接入方式，增加模块使用的可能性，以此拓展产品的种类。如车架系统中的鞍座，一方面根据身高、小腿加足高等区间值将其设计在 53 厘米至 65 厘米范围内可调节，以满足不同使用者的具体需求；另一方面通过设计两种接入方式，可使之分别与儿童自行车的座杆连接和儿童三轮车的车架连接，实现其两用性。个性模块的设计应尽可能采用集成化设计，有利于简化模块组合时的操作[12]。如儿童自行车所特有的传动系统，将齿轮、飞轮、链条集中于一个传动盒内，既便于操作又提高了儿童使用自行车时的安全性[13]。每一个模块在具体设计时均需要进行反复的综合与评价，不合理的部分要进行再一次的功能分析、模块划分和设计，合理的模块进入模块库备用。

通过选择模块库内不同模块进行组合，可以组装成儿童自行车、儿童三轮车和儿童滑板车三种童车。组装后的童车整体造型活泼、可爱，曲线造型元素增加了产品的可亲性，白色和橙色的色彩搭配符合儿童的审美倾向，设计方案见图 4。

表 2 具体数据（单位：mm）

Tab.2 The date relevant to children's bike design(unit: mm)

名称	4岁	8岁	12岁	范围
	S50	*M50*	*L50*	*a-b*
身高	1014	1264	1486	1139 ~ 1375
坐深	312	410	457	361 ~ 434
肩宽	256	304	351	280 ~ 328
肘宽	201	259	309	230 ~ 284
臀宽	198	235	280	217 ~ 258
小腿加足高	229	311	381	270 ~ 346
肩到指尖长	402	516	620	459 ~ 568

图 4 设计方案

Fig.4 Design scheme

童车的模块构成见图 5。作为儿童自行车使用时，利用的是自行车模块；作为儿童三轮车使用时，利用的主要模块包括儿童自行车的前叉、上车架、鞍座、把手，通用轮组 I，以及三轮车特有的后轮支架；作为儿童滑板车使用时，利用的主要包括儿童自行车的前叉、把手、盖板，通用轮组 I，以及滑板车特有的后轮支架，其中，以具有代表性的前叉模块为例进行通用性说明，前叉模块的使用见图 6。

图 5　童车的模块构成

Fig.5 Modularity formation of children’s bike

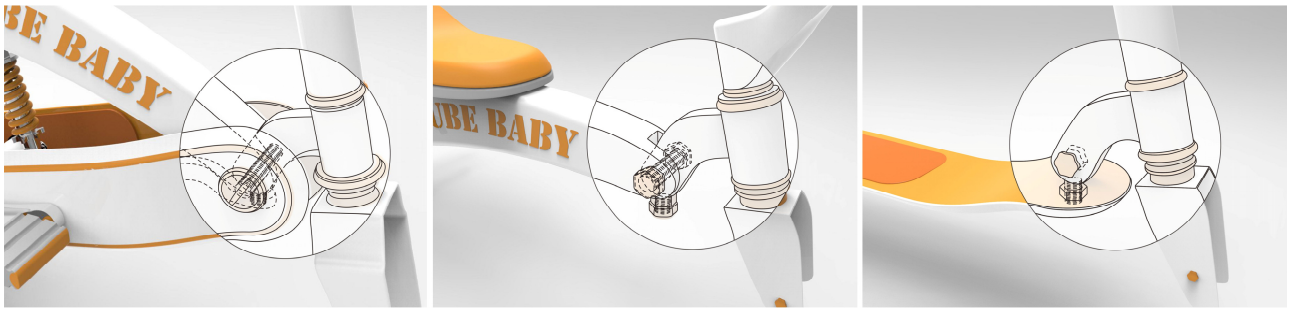

图 6　前叉模块的使用

Fig.6 The use of modularity front fork

4　结语

童车产品系列越来越受到人们的重视，为了适应产品设计绿色发展的趋势，实现资源的合理与有效利用，提出了基于模块化设计的一种多功能童车的设计方案。采用模块化设计方法对常见的 3 种童车进行模块化解构，分析共性、突出个性，结合儿童生理尺寸，建立多功能童车的模块库[14]。用户通过选择不同模块，进行简单的组合，即可组装出 3 种类型的童车，满足不同年龄段儿童对不同种类童车的需求，为儿童产品领域的其他设计提供参考。

参考文献：

[1]　穆光宗. 人口生态重建[M]. 北京：中国科学技术出版社, 2016.
MU Guang-zong. Population Ecological Reconstruction[M]. Beijing: Science and Technology of China Press, 2016.

[2]　刘秀丽. 城市低收入家庭儿童的家庭投入研究[J]. 东北师大学报, 2012(5): 183—187.
LIU Xiu-li. Children's Input in Family of Urban Low-incom Family[J]. Journal of Northeast Normal University, 2012(5): 183—187.

[3]　刘宗明. 产品可成长式设计探析[J]. 装饰, 2012(6): 104—105.
LIU Zong-ming. The Analysis of the Growth Design of Products[J]. Zhuangshi, 2012(6): 104—105.

[4]　程少伟, 宋端树. 基于模块化设计的特高压线路铺设作业飞车设计[J]. 包装工程, 2015, 36(24): 65—69.
CHEN Shao-wei, SONG Duan-shu. Operating Vehicles Design of Laying UHV Transmission Lines Based on Modularization[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(24): 65—69.

[5]　朱云, 刘秀, 肖潭. 基于可成长理念的学前儿童家居设计[J]. 包装工程, 2015, 36(16): 61—64.
ZHU Yun, LIU Xiu, XIAO Tan. Pre-school Children Furniture Design Based on the Concept of Growth[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(16): 61—64.

[6]　TENG. A Systematic Approach for Green Design in

Modular Product Development[J]. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2013, 68(9): 272—274.

[7] 陈红娟, 王戈锐. 探析宜家家居产品设计成功的核心要素[J]. 包装工程, 2016, 37(2): 117—120.
CHEN Hong-juan, WANG Ge-rui. Core Element for the Success of IKEA Products Design[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(2): 117—120.

[8] 罗碧娟. 基于模块化设计方法的儿童产品设计研究[J]. 机械设计, 2014, 31(7): 121—123.
LUO Bi-juan. Research on Children's Product Design Based on Modular Design Method[J]. Journal of Machine Design, 2014, 31(7): 121—123.

[9] 王璞. 儿童自行车个性化定制中儿童参与设计的研究[D]. 天津: 天津大学, 2011.
WANG Pu. Study on Children Participation in Individualized Design of Children's Bike[D]. Tianjin: Tianjin University, 2011.

[10] ALVIN. The Measure of Man & Woman: Human Factors in Design[M]. Tianjin: Tianjin University Press, 2008.

[11] 姜玉凤. 儿童自行车与自行车安全要求的比较和分析[J]. 中国自行车, 2015(1): 100—101.
JIANG Yu-feng. Comparison and Analysis on Safety Requirements of Children's Bike and Bicycle[J]. China Bicycle, 2015(1): 100—101.

[12] 刘娜. 儿童房室内空间设计研究[J]. 家具与室内装饰, 2016(1): 72—74.
LIU Na. Study on Interior Space Design of Children's Room[J]. Furniture & Interior Design, 2016(1): 72—74.

[13] 郭莉梅. 传统中式家具在现代室内装饰设计中的应用研究[J]. 家具与室内装饰, 2016(1): 78—79.
GUO Li-mei. The Application of Traditional Chinese Furniture in Modern Interior Decoration Design[J]. Furniture & Interior Design, 2016(1): 78—79.

[14] 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. Texture and Texture of Material in Product Design[J]. Furniture & Interior Design, 2016(3): 20—21.