

儿童房空气污染的应对产品设计研究

王波^{1,2}, 严勇¹

(1.重庆第二师范学院, 重庆 400067; 2.重庆交通大学, 重庆 400074)

摘要: **目的** 儿童更易受到室内空气污染的不利影响, 而作为其主要生活空间的儿童房空气污染程度高于主卧和客厅。研究探讨儿童房空气污染的应对产品, 以期儿童营造更利于成长和发展的室内空间。**方法** 基于用户研究的理念, 采用入户实测和问卷调查相结合的方法。通过对重庆 50 户家庭的儿童房室内空气中甲醛和 TVOC 浓度检测, 了解儿童房空气污染状况; 同时对家长和儿童进行问卷调查, 提炼儿童房用户需求。**结论** 研究了一款应对儿童房空气污染的产品, 在空气净化、收纳空间和趣味性上做了系统阐述。梳理目前的空气净化技术, 选择活性炭作为空气污染物吸附材料; 实测活性炭吸附效果, 发现在实际使用过程中室内空气净化有效用量要远远大于目前常规推荐量; 结合儿童房用户需求, 设计壁式装饰扩展收纳空间, 同时在色彩、造型和功能上提升趣味性。

关键词: 空气污染; 用户研究; 儿童房; 活性炭

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2021)08-0162-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.08.021

The Design of Products to Reduce Air Pollution in Children's Room

WANG Bo^{1,2}, YAN Yong¹

(1.Chongqing University of Education, Chongqing 400067, China;

2.Chongqing Jiao Tong University, Chongqing 400074, China)

ABSTRACT: Children are vulnerable to the effects of air pollution, and the degree of air pollution in children's room, as their main living space, is higher than that in master bedroom and living room. This study focuses on the design of products to reduce air pollution in children's rooms to create friendly indoor space for children. Based on the concept of user research, the methods of measurement and questionnaire survey are adopted. The concentrations of formaldehyde and TVOC in children's rooms of 50 families in Chongqing were measured to study the air pollution of children's rooms. At the same time, parents and children were surveyed for the requirements of children's room. This paper studies a product to reduce air pollution in children's room, and makes a systematic exposition on air purification, storage space and interest. Based on the current air purification technology, activated carbon is selected as the adsorption material of air pollutants; it is found that the amount of activated carbon is much larger than the current recommended amount; combined with the needs of children's room users, the wall decoration is designed to expand the storage space, while focusing on color, shape and function to increase children's interest.

KEY WORDS: air pollution; user research; children's room; activated carbon

世界卫生组织将室内空气污染列为人类健康的十大威胁之一^[1], 并强调甲醛和包含苯、甲苯、二甲苯等的总挥发性有机物是重要的空气污染物。儿童房作为儿童生活主要空间, 其面积小、封闭性好, 通风

条件较差, 空气污染程度高于主卧和客厅。甲醛和总挥发性有机物的分子量高于空气的平均量, 主要聚集在空气下层, 这正好是儿童的主要呼吸带。儿童处于生长发育关键时期, 在室内的时间远高于成人, 而防

收稿日期: 2020-12-09

基金项目: 重庆市人文社科重点研究基地“重庆市统筹城乡教师教育研究中心”(JDZB201612); 2019年重庆市教委人文社科研究项目(19SKGH213)

作者简介: 王波(1983—), 女, 四川人, 博士生, 重庆第二师范学院副教授, 主要研究方向为房地产和物业管理。

御能力较成人差，更容易受到空气污染的伤害。儿童短期接触这些污染物将表现为眼、鼻、喉有刺激感等症状，长期低剂量接触可引起肌体免疫功能降低，长期高剂量接触可引起白血病和再生障碍性贫血^[2]，因此研究关注儿童房的空气污染，引入“用户研究”的方法，实测儿童房的空气污染物浓度，同时调研用户对儿童房的需求，以用户需求为导向，设计应对儿童房空气污染的产品，改善空气质量，助力儿童成长发展。

1 用户研究

经济社会的发展让工业设计的本质从“基于物”转变为“基于人”，以用户为中心的设计已成为当前设计创新的重要特征和关键点。用户研究是研究用户的经验和生活来发现和挖掘用户的潜在需求，甚至用户的未知需求，将这些需求融入到产品的研发过程中^[3]。用户研究与传统的市场调查相比有一定的优势。传统的市场调查往往基于产品的层面调查用户的需求，而用户对产品的理解比较直观和浅显。用户研究并不直接地询问用户需要什么样的产品，它倾向于调查用户的行为和态度，从而将用户的潜在需求与期望转化为产品的设计导向。用户研究挖掘出用户自身不曾意识到的问题，并恰到好处地把这些发现转化为可见的需求，以商品或服务的形式呈现出来^[4]。

2 儿童房调研实践

在 2019 年 6—8 月期间，选取了重庆市 50 户家庭的儿童房作为调查对象，对儿童房空气污染物进行检测，同时对儿童房用户进行问卷调查。调研家庭的住房情况见表 1，住宅套内建筑面积是重庆市主城区住宅常用的计量方式，套内建筑面积为建筑面积扣除公摊，主要集中在 60~120 m²，为两室、三室和四室户型。儿童房采用使用面积计量，其为建筑面积扣除墙体面积后的净面积，能较直观地反应儿童房的使用空间。调查的儿童房使用面积主要集中在 7~10 m²，其中有 11 户的家庭有两个儿童房，但每个儿童房相对较小。50 户家庭的装修时间平均为 4.6 年，装修时间较长。

2.1 儿童房空气污染物检测

儿童房室内空气污染物以甲醛和挥发性有机物（简称 TVOC）为主，采样点设置按照《室内空气质

量标准》（GB/T 18883—2002）的要求进行。每间儿童房设 1 个点位，在房间对角线的交叉点处布设，高度与儿童呼吸带一致，距离地面 0.5~1 m，距离墙面 >0.5 m，采样前关闭门窗等通风设施 12 h^[5]。检测仪器主要采用家用手持式甲醛和 TVOC 检测仪。该检测仪检测的甲醛和 TVOC 浓度值通过柴田科学 SIBATA 的微型气泵配置 DNPH 活性气体管和配置活性炭管进行了较值，数值具有参考价值。调研中 50 户家庭共 61 个儿童房，对 1 户家庭有 2 个儿童房的作为一个数据，检测值为 2 个房间的平均值，共收集了 50 套检测数据，儿童房空气污染物测定结果见表 2。

2.2 空气污染检测结果分析

甲醛的释放周期长达 3~15 年，它主要通过呼吸进入人体。在所检测的 50 套儿童房中甲醛的平均浓度为 0.041 mg/m³，最高浓度为 0.172 mg/m³。中国国家标准《室内空气质量标准》规定甲醛的限值是 0.10 mg/m³，但当甲醛浓度值达到 0.06~0.07 mg/m³ 时，儿童便会发生轻微气喘，儿童所处环境中的甲醛浓度应至少低于 0.06 mg/m³ 才是相对安全的^[6]。因此，将儿童房室内甲醛浓度简单划分为清洁、合格和污染 3 个等级，清洁等级的标准为不超过国家标准浓度值的 50%，适宜儿童生活；合格等级的标准为不超过国家标准，儿童可以正常生活；污染等级的标准是超过国家标准。研究所测 50 套儿童房中，28 套的甲醛浓度处于清洁等级，18 套处于合格等级，4 套处于污染等级，清洁率为 56%，污染率为 8%。根据问卷统计结

表 1 调研家庭的住房情况
Tab.1 Family housing surveys

住宅属性	选项	户数	百分比
住宅套内建筑面积	60~90 m ²	24	48%
	90~120 m ²	18	36%
	120 m ² 以上	8	16%
儿童房使用面积	7~10 m ²	29	48%
	10~15 m ²	19	31%
	15 m ² 以上	13	21%
装修时间	0~1 年	3	6%
	1~3 年	11	22%
	3~5 年	16	32%
	5 年以上	20	40%

表 2 儿童房空气污染物测定结果
Tab.2 Results of air pollutants in children's room

检测指标	检测个数/个	均值 (mg/m ³)	最高浓度 (mg/m ³)	国家标准值 (GB/T-2002) (mg/m ³)	清洁标准 (mg/m ³)	清洁等级/个	合格等级/个	污染等级/个
甲醛	50	0.041	0.172	0.10	0.05	28	18	4
TVOC	50	0.194	0.786	0.60	0.30	25	22	3

果，清洁等级的装修时间平均为 5.4 年，处于合格等

级的装修时间平均为 3.2 年，而处于污染等级的装修

时间平均为 1.3 年。一般来看,装修时间越长室内空气污染物浓度越低,但并非呈直线下下降关系,这可能与室内装修选材和通风条件等多种因素有关。

室内总挥发性有机物(TVOC)中常见的主要有苯类、醛类、烯类、酮类和其他化合物,其对人体的危害也不能忽视。室内 TVOC 使人出现不适感如头晕、头痛、胸闷、无力、嗜睡;它还可能影响人体消化系统,严重时还可能损伤肝脏及造血系统,出现异常反应等^[7]。6—8 月的重庆气温高,被检测的部分家庭为了减少冷气损失,常关闭门窗,造成室内通风换气时间减少,室内污染物浓度增加。在所测的 50 套儿童房中,TVOC 的平均浓度为 0.194 mg/m³,最高浓度为 0.786 mg/m³。中国国家标准《室内空气质量标准》规定 TVOC 限值是 0.60 mg/m³。同样,将儿童房室内 TVOC 浓度简单划分 3 个等级,即不超过国家标准浓度值的 50%为清洁等级,不超过国家标准的为合格等级和超过国家标准的为污染等级。50 套儿童房中,25 套处于清洁等级,22 套处于合格等级,3 套儿童房处于污染等级,清洁率为 50%,污染率为 6%。

2.3 儿童房用户调研

在检测儿童房空气污染物浓度后,对 50 户家庭的儿童房用户进行了问卷调查。儿童房用户包括儿童和家长两类用户,儿童是儿童房的使用者,而家长常是儿童房装修的决策者。调查对象中男孩 35 个,女孩 32 个;1 孩家庭 33 户,2 孩家庭 17 户;儿童年龄在 0~3 岁的 24 个(占总孩子数 36%),3~6 岁 28 个(占总孩子数 42%),6~12 岁 15 个(占总孩子数 22%),问卷仅对 4 岁以上的儿童进行调查。

2.4 调研结果

用户研究关注用户的行为和态度,因此,在对 50 户家庭就儿童房进行问卷调查时,通过选项的重要性评价表明其态度,选项的不满意情况表明其行为。选项的重要性分为 5 个档次,1 分为很不重要,2 分为不重要,3 分为一般,4 分为重要,5 分为很重要,对儿童房不满意地方的问题有封闭和开放两种类型。在调研的 50 户家庭中共收集了 46 份家长的问卷和 18 份儿童的问卷,相关指标重要程度的分值见表 3。

在空气污染物问题上,家长和儿童都认为很重要,家长在该项的分值为 4.8,略高于儿童的 4.6,家长和儿童都希望室内空气质量好,等级不仅低于国家标准,还要达到清洁标准,或者浓度越低越好。

在收纳空间上主要有空间充足和空间可扩展两个维度。总的来看,家长对收纳空间的重视程度要高于儿童,可能是因为儿童的收纳还是由家长主导或者帮助。在收纳空间充足上,46 份家长问卷中有 23%

相关指标	维度	重要程度分值(家长)	重要程度分值(儿童)
空气质量	空气污染物	4.8	4.6
收纳空间	收纳空间充足	4.1	3.5
	收纳空间扩展	3.8	3.2
趣味性	色彩	4	4.1
	造型	3.6	4.3
	功能	3.5	4.4

的家长感到收纳空间充足,主要原因是其住宅面积较大;有 58%的家长感到收纳空间不足,主要原因是儿童房面积较小,收纳空间在设计和装修上不足,加上儿童物品逐渐增多,很多家长 and 儿童不愿意随意丢弃,造成了物品摆放杂乱。在收纳空间可扩展上,家长也普遍重视,重要程度为 3.8 分,但普遍反映在装修设计中考虑得较少。

在趣味性上有色彩、造型和功能 3 个维度。总的来看,家长对趣味性的重视程度要低于儿童,儿童对趣味性天生偏爱,更希望其主要的生活空间充满趣味。在色彩上,家长和儿童都认为色彩对房间是重要的,但家长关心色彩的安全,害怕色彩过多或不协调损伤儿童的视力或引起不安的情绪,因此,常采取保守方案简化儿童房的色彩;儿童反映儿童房的色彩不是他们所喜爱的,没有儿童的特点。在造型上,家长的重视程度低于儿童,儿童不满儿童房为成人卧室的缩小版,没有有趣的造型,家长却普遍认为儿童房的主要功能为学习和休息,造型可有可无。在功能上,家长给予最低分,而儿童给予了最高分,家长的重视程度远低于儿童;家长认为功能主要由玩具完成,在儿童房设置过多不利于儿童安心学习,而儿童不满儿童房缺乏有趣的功能让他们有舒适和愉悦的心情。

3 儿童房空气质量提升的产品设计

根据用户调研结果,用户对儿童房有空气质量、收纳空间和趣味性 3 个方面需求。第一需求为空气质量提升,需要降低儿童房空气污染物浓度,不仅降低到国家标准等级,还应降低至清洁标准,在关闭门窗时也能拥有较好的空气质量。第二需求为增大和可扩展收纳空间,需要增加儿童房储物空间,做到隐藏与开放并行;同时预留可拓展的储物空间,适应儿童的成长和发展。第三需求为趣味性提升,需要在色彩上适应儿童成长发育,具有安全性和个性化^[8];在造型上创造出丰富的空间环境;在功能上要让儿童有愉悦、有趣的体验,趣味性提升的同时要兼顾人文关怀对儿童生活环境中的审美需求。

3.1 室内空气净化方法选择

欧美国家的家具和材料环保标准较严格,去除甲醛和 TVOC 不如国内普遍。当室内空气中甲醛和 TVOC 过量时,净化的方法主要有通风换气法、光催

表 3 相关指标重要程度的分值

Tab.3 Scores for the importance of relevant indicators

化法、植物净化法和吸附法，空气净化方法的优缺点分析及实践应用见表 4。通过分析和比较，研究选择吸附法作为儿童房空气净化的方法。吸附法能克服自然通风的缺点^[9]，避免在通风不好的情况下导致甲醛和 TVOC 污染物的聚集。吸附法较机械通风经济便捷；较光催化法安全，光催化法采用的纳米二氧化钛为风险物质，长期大面积接触可能影响儿童健康；较植物净化法有效。活性炭作为常用的吸附材料，相比硅胶、沸石分子筛、活性氧化铝等在孔隙率、比表面积和微孔体积上具有很大的优势，而且性能稳定，造价低廉可再生，因此，采用活性炭作为儿童房空气污染物去除的吸附材料。

3.2 活性炭用量选择

活性炭吸附量有较大的差别，市售活性炭常规推荐量为 1 kg 活性炭净化 20~40 m² 的室内空间。研究将 2 kg 的活性炭置于面积为 8.1 m² 的儿童房 A (长 3 m、宽 2.7 m、高 2.7 m、空间体积 21.87 m³) 中，实测发现甲醛和 TVOC 浓度变化不显著，这和魏海峰的研究在 29.2 m² 的卧室放置 1 500 g 的活性炭发现甲醛浓度没有变化^[13]的结论相同。魏海峰在 0.216 m³ 的环境仓中放置 1 500 g 的活性炭，活性炭的甲醛去除率为 82.6%，并且多数研究表明活性炭对甲醛和

TVOC 具有较好的吸附作用。因此，研究增加活性炭用量到 10 kg，并将其放入面积为 8.1 m² 儿童房 A 和面积为 6.48 m² 儿童房 B (长 2.7 m、宽 2.6 m、高度 2.8 m、空间体积 18.14 m³) 中，关闭门窗做定期监测，儿童房空气污染物浓度变化见表 5。从监测结果来看：

(1) 儿童房 A 和儿童房 B 的甲醛和 TVOC 初始浓度较高，在使用活性炭 3 天的时候达到了 60% 左右的去除率；(2) 活性炭存在吸附饱和，实测中儿童房 A 和儿童房 B 在 5 天以后不能再吸附甲醛和 TVOC，7 天时实测的甲醛和 TVOC 浓度出现上升。儿童房的使用面积、通风条件、装修情况和室内环境温度等因素各有不同，活性炭的用量和更换时间需要结合实际情况确定，下一步研究将构建活性炭用量预测模型。可以明确的是，活性炭用量越多吸附效果越好，其在室内空气污染物吸附有效用量要远远大于市售的推荐量。

3.3 活性炭收纳形式设计

足量的活性炭要放置在儿童房中，并且有较大面积与空气接触，如何设计活性炭收纳方式对收纳空间紧张的儿童房至关重要。被调研的儿童房用户需要收纳空间充足和可拓展，而目前儿童房可利用的空间仅剩墙面和顶面，将活性炭的收纳设计为一个上下连贯

表 4 空气净化方法的优缺点分析及实践应用

Tab.4 Application and Analysis of advantages and disadvantages of air purification methods

净化方法	含义	优点	缺点	应用实践
自然通风	室内外风压和热压造成的空气流动	易操作、经济	受季节、天气条件和室外空气质量的影响，如我国北方冬季寒冷和南方酷暑的时候，该方法使用受到限制	我国建筑气密性整体的提高和对室内空气品质提升的需求，使单纯依靠开窗换气的传统方式开始转变
机械通风	依靠风机造成的压力使空气流动	不依赖外部条件，能有效引入新风	初次投资和后期运行维护费用大，占用建筑空间，易产生噪声	国外新风系统在住宅应用上广泛，在日本甚至是新建楼盘的必备系统 ^[10] ；国内近年来一些地区的住宅开始引入新风系统，但新风系统普及率低
光催化法	常用纳米二氧化钛 (TiO ₂) 作为光触媒，将其喷涂在家具表面，通过一定波长的光照，使释放出来的甲醛等发生化学反应，从而降低室内污染	效果持久，无二次污染物产生	催化反应受光照强度和灰尘浓度等因素影响；纳米二氧化钛对机体存在毒性，即使作为食品接触制品的使用也存在一定风险，长期使用将产生不良反应 ^[11]	日本的二氧化钛光催化法研究较早，主要用于抗菌除臭，没有在室内大面积应用；我国二氧化钛光催化法在室内空气净化中运用，除甲醛公司使用的“除甲醛喷剂”即为纳米二氧化钛，对室内家具大面积喷涂
植物净化法	利用一些盆栽植物吸收污染气体，经植物体内多种反应将其分解为无害物质 ^[9]	易操作、长期有效	时间长、污染物去除能力低，还需考虑植物对环境的影响	植物除甲醛的说法在我国深入人心；植物对甲醛等空气污染物的净化作用来自一定体积的密封舱实验，而在实际环境中的具体表现有待考察
吸附法	利用比表面积大和多孔的材料，吸附室内空气的甲醛等污染物，有物理吸附和化学吸附两种	易操作、经济、有效、安全	存在吸附饱和，需要定期进行材料再生或更换	美国环境保护局 (EPA) 推荐将吸附方法用于室内甲醛和 TVOC 排放控制 ^[12] ；我国普遍使用活性炭净化室内空气，轻便的活性炭包使用普遍，大面积的活性炭墙体或墙布使用较少

表 5 儿童房空气污染物浓度变化

Tab.5 Changes of air pollutant concentration in children's room

编号	监测对象	初始浓度	1天后浓度	3天后浓度	5天后浓度	7天后浓度
儿童房 A	甲醛浓度 (mg/m^3)	0.108	0.082	0.040	0.050	0.067
	TVOC 浓度 (mg/m^3)	0.451	0.346	0.169	0.211	0.290
儿童房 B	甲醛浓度 (mg/m^3)	0.079	0.053	0.025	0.035	0.043
	TVOC 浓度 (mg/m^3)	0.326	0.219	0.105	0.151	0.187

的墙面或顶面收纳。而活性炭为颗粒状,在使用一段时间后将达到吸附饱和,需要再生或更换,因此,将活性炭设计为方便拿放的活性炭包。收纳空间根据儿童房用户需要定制,除了放置活性炭包外,还可做储物空间。随着空气质量的提升,可以减少活性炭包的用量,拓展儿童房收纳空间。

3.4 活性炭收纳的趣味性设计

儿童房用户需要在色彩、造型和功能上提升趣味性。在色彩上做好安全性和个性化设计,利用活性炭包裹材料可重新营造儿童房墙面和顶面颜色;包裹活性炭的材料需要透气、环保、不助燃,同时符合色彩丰富等特点,可选用无纺布等材料。在造型上营造丰富空间,利用收纳活性炭的置物架可完成儿童房空间

布置,可有大树、音符、卡通人物等造型或者海洋星空等主题设计。在功能上配置趣味设施,可利用活性炭墙面或顶面配置秋千、拼画、积木等设施。由于活性炭吸附饱和后需要进行再生或更换,因此,将活性炭包作为标准产品,在用户使用一段时间后可整体更换,实现儿童房装修随儿童成长而变化的可能。

研究从收纳形式和趣味性上探讨了活性炭净化的多种方案,并结合用户需求和房间情况,在收纳拓展、空间丰富、兴趣满足和配色尝试 4 个方面给出儿童房空气污染应对产品的效果图,儿童房空气污染应对产品—收纳扩展的效果见图 1,儿童房空气污染应对产品—空间丰富的效果见图 2,儿童房空气污染应对产品—兴趣满足的效果见图 3,儿童房空气污染应对产品—配色尝试的效果见图 4。

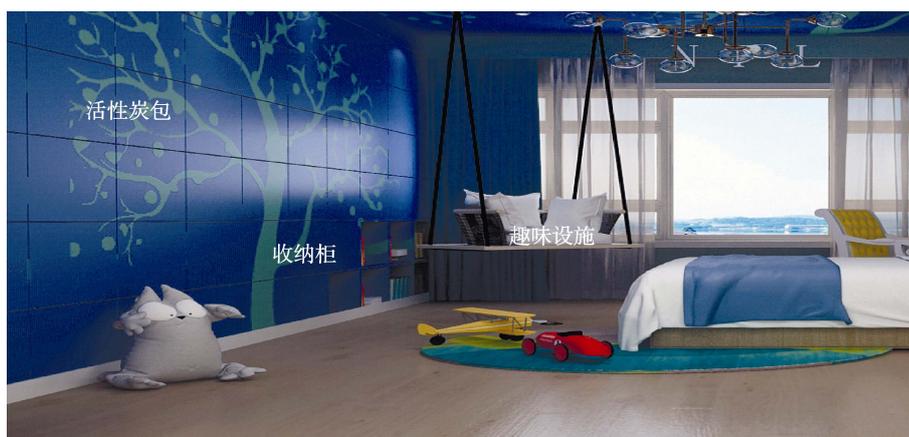


图1 儿童房空气污染应对产品—收纳扩展的效果

Fig.1 Effect picture of reducing air pollution products in children's rooms-storage expansion



图2 儿童房空气污染应对产品—空间丰富的效果

Fig.2 Effect picture of reducing air pollution products in children's rooms-rich space



图3 儿童房空气污染应对产品—兴趣满足的效果

Fig.3 Effect picture of reducing air pollution products in children's rooms-interest satisfaction



图4 儿童房空气污染应对产品—配色尝试的效果

Fig.4 Effect picture of reducing air pollution products in children's rooms-color matching

图1将活性炭包做成墙面收纳，配置收纳空间，增设秋千设施。图2将活性炭包做防撞墙裙，并构造成大树和白云造型，丰富空间。图3用活性炭包覆盖不常开的吊柜门，装饰墙面，增设黑板，满足儿童绘画需求。图4用活性炭包装饰墙面和飘窗侧墙，营造甜美少女房，活性炭包易更换，房间配色可大胆尝试和变化。

4 结语

材料的创新不应仅偏重加工技术的开发，也应注重对创新设计应用的培育，从而树立更具创新价值和产能价值的地位^[14]。儿童房的用户包含儿童和家长，在用户研究中应全面调查，安全实用是家长考虑的主要问题，而趣味是儿童主要关注点。通过实测儿童房污染物浓度，结合用户需求，探讨了应对儿童房室内污染物浓度的产品，以期提高室内空气质量，扩展收纳空间，提升趣味性，助力儿童的成长发展。

参考文献：

- [1] 王明仕, 张晓, 房慧丽, 等. 新建未装修楼房室内TVOC的调查[J]. 环境与健康杂志, 2012, 29(7): 26.
WANG Ming-shi, ZHANG Xiao, FANG Hui-li, et al. Investigation of TVOC in New Unfinished Buildings[J]. Journal of Environment and Health, 2012, 29(7): 26.
- [2] 吕天峰, 袁懋, 吕怡兵, 等. 2007—2015年北京室内环境空气污染状况及防治措施[J]. 环境化学, 2016, 35(10): 2191-2196.
LYU Tian-feng, YUAN Mao, LYU Yi-bing, et al. Air Pollution in Redecorated Rooms in Beijing between 2007-2015 and Prevention and Control Measures[J]. Environmental Chemistry, 2016, 35(10): 2191-2196.
- [3] 周琳. 基于用户研究的家具设计[D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2014.
- ZHOU Lin. Furniture Design Based on User Research [D]. Changsha: Central South University of Forestry and Technology, 2014.
- [4] 迟瑞丰, 陈歆研. 探析以用户研究为核心的设计策略[J]. 包装工程, 2013, 34(18): 37-39.
CHI Rui-feng, CHEN Xin-yan. Analysis of the User-centred Core Design Strategy[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(18): 37-39.
- [5] 安乐. 2006—2015年营口市儿童房环境空气污染水平调查[J]. 环境与健康杂志, 2016, 33(12): 1077-1079.
AN Le. Air Pollution in Children's Rooms in Yingkou in 2006-2015[J]. Journal of Environment and Health, 2016, 33(12): 1077-1079.
- [6] 石碧清, 刘湘, 闫振华. 室内甲醛污染现状及其防治对策[J]. 环境科学与技术, 2007, 30(6): 49-51.
SHI Bi-qing, LIU Xiang, YAN Zhen-hua. Indoor Pollution of Formaldehyde and Its Control[J]. Environmental Science & Technology, 2007, 30(6): 49-51.
- [7] 胡锦涛. 城市建筑室内环境对儿童健康风险的影响研究[D]. 长沙: 湖南大学, 2017.
HU Jin-Hua. Research on the Influence of Indoor Environment on Children's Health Risk in Urban Buildings [D]. Changsha: Hunan University, 2017.
- [8] 战立斌. 浅析色彩与室内设计的关系——以儿童房为例[J]. 美与时代(城市版), 2015(5): 63-64.
ZHAN Li-bin. Analysis of the Relationship between Color and Interior Design: Taking Children's Room as an Example[J]. Beauty & Times, 2015(5): 63-64.
- [9] 杨斐, 李芬容, 赵萌, 等. 室内甲醛深度脱除技术研究进展[J]. 化学世界, 2018, 59(1): 10-17.
YANG Fei, LI Fen-rong, ZHAO Meng, et al. Progress of Deep Removal Technology of Indoor Formaldehyde[J]. Chemical World, 2018, 59(1): 10-17.