

一款基于 AHP 层次分析法的卫浴产品设计

杨昕妍^{1,2,3}, 张仲凤^{1,2,3}

(1.中南林业科技大学, 长沙 410000; 2.国家林业和草原局绿色家具工程技术研究中心, 长沙 410000;
3.湖南省绿色家居工程技术研究中心, 长沙 410000)

摘要: **目的** 为解决格局比较狭小的卫生间的多种水龙头同时使用问题。该设计实现一物多用的目标, 因受不同因素影响, 如家居空间不易清洁、消耗资源等问题, 满足小户型卫浴空间需求, 进一步落实运用 AHP 层次分析法设计的多功能卫浴产品能否达到用户要求。**方法** AHP 层次分析法是指将与决策总是相关的元素分解为目标、准则、方案等层次, 再进行定性与定量分析, 最后得到一个优质方案。**结论** 通过分析这款多功能卫浴龙头集成查询水量、换挡水量、过滤水质、一头两用等功能, 得到的产品造型, 说明适合选用 AHP 层次分析法进行设计并分析, 得出创新、效益、信息、需求原则十分重要的结论, 最后设计一款合理的卫浴产品设计方案。

关键词: 产品设计; 层次分析法; 卫浴产品; 水龙头设计

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2021)04-0144-04

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.04.019

Design of a Bathroom Product Based on AHP Analytic Hierarchy Process

YANG Xin-yan^{1,2,3}, ZHANG Zhong-feng^{1,2,3}

(1. Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410000, China; 2. Green Furniture Engineering Technology Research Center of National Forestry and Grassland Administration, Changsha 410000, China;
3. Hunan Green House Engineering Research Center, Changsha 410000, China)

ABSTRACT: The work aims to solve the problem on simultaneous use of multiple faucets in relatively small bathrooms to achieve the goal of one thing with multiple uses. Due to different factors, such as the difficulty of cleaning the home space and consumption of resources, the work aims to meet the needs of small-sized bathroom space, and further determine whether the multi-functional bathroom products designed by AHP can reach users Claim. Analytic hierarchy process (AHP) was used to decompose the elements that were always related to decision-making into goals, criteria, plans and other levels, to conduct qualitative and quantitative analysis, and finally get a high-quality plan. By analyzing the functions of this bathroom faucet which integrates multi functions, such as water volume query, shift water volume, filtered water quality and dual purpose, the product shape obtained shows that it is suitable to select AHP analytic hierarchy process for design and analysis, and that innovation, benefit and information are very important. Finally, a reasonable bathroom product design plan is developed.

KEY WORDS: product design; analytic hierarchy process; bathroom products; faucet design

产品造型和功能息息相关, 造型设计更要充分考虑产品功能的要求。在家居设计中, 针对卫浴的设计需考虑良多, 如水管、天然气等管道的分布、过滤系

统、以及如何将功能嵌入基本设施的外观设计中, 从而节约资源。近年来, 尤其在人口激增的社会大环境下, “蜗居” 越来越受到人们欢迎, 解决卫生间水龙

收稿日期: 2020-10-11

基金项目: 中央财政支持地方科技发展专项 (2019CT5008); 湖南省林业科技创新计划项目 (XLK201946)

作者简介: 杨昕妍 (1997—), 女, 甘肃人, 中南林业科技大学硕士生, 主攻家具制造。

通信作者: 张仲凤 (1975—), 女, 河南人, 博士, 中南林业科技大学教授, 主要从事家具制造技术方面的研究。

头一物多用的情况更是卫生间的设计趋势。卫生间面积狭小且物品杂乱,大部分家庭的水管和水表不在一个区域内,甚至是分割为两个空间,这就无形中增加了不必要的成本。运用 AHP 层次分析法可以很好地解决上述问题,通过计算产品因素占比权重来进行更优质的产品方案设计。

1 卫浴产品水龙头设计研究现状

卫浴产品指卫生间内所配备的标准用品,水龙头属于卫浴产品。目前市场上有很多水龙头产品,按结构,可分为单联式、双联式和三联式;按材料,分为不锈钢、铸铁、全塑、黄铜、锌合金、高分子复合材料;按阀芯,分为橡胶芯、陶瓷阀芯及不锈钢等;按开启方式,分为螺旋式、扳手式、抬启式和感应式;按功能,分为面盆、浴缸、淋雨、厨房水槽、电热水龙头。

用户按照自身需求进行选择。随着生活水平的提高,冷热交替水龙头和智能节水水龙头更受用户喜爱^[3],其次,可计量水龙头和其他特殊水龙头也占有一定比例。人们对于优质水龙头的定义已经逐渐从好看过渡到多用的方向上,换言之,更加注重情景需求和用户体验感^[4-5]。

我国是工业制造大国,水龙头作为卫浴产品里的“消耗品”必然生产数量众多。根据调查,我国水龙头购买渠道主要是装修公司、建材家居超市、各大线上平台,且人们购买水龙头看重品牌,其中,恒洁、九牧、箭牌销量稳居前三,2013—2023 水龙头市场规模趋势见图 1。

2 AHP 层次分析法在卫浴产品设计中的应用

AHP 层次分析法由美国运筹学家、匹兹堡大学 T. L. Saaty 在 20 世纪 70 年代初期提出^[6],AHP 是对定性问题进行定量分析的一种简便、灵活、实用的多

准则决策方法^[7]。

AHP 层次分析法通过对系统目标的确定^[8],明确规划决策涉及的范围、措施方案、政策准则、约束条件等,建立一个多层次的递进结构,按照目标的不同以及功能的区别,将该系统分为几个层次,并确定以上层次之间的相互关联程度,通过比较判断矩阵及矩阵运算的数学方法,确定本层次和上一层次的某个元素及相关元素的重要性排序,并计算各层次对该系统目标的合成权重,进行排序后将各个元素的重要程度计算出来,最后选择合适的决策。

AHP 层次分析法具有三个优势:系统性,其将对象看作整体系统,按照分解、比较、判断、综合的思维步骤方式进行决策;实用性,将定性定量相结合,能处理传统的优化方法不能解决的问题;简洁性,计算过程简便,结果明晰,使决策者能够快速直接地了解和掌握。将此方法放入水龙头造型设计中,能够快速预测方案是否可行及后续效果。

2.1 卫浴产品水龙头市场调研分析

卫浴产品里最容易更换的就是水龙头。平均每个家庭在装修时至少要购买四个水龙头,水龙头无形中成为一种消耗品,阀芯的质量直接导致其使用寿命,每个用户都有更换水龙头的经历。水龙头设计逐渐向着年轻化方向发展,90 后逐渐成为买房大军,他们对生活质量的要求也提高了很多。结合相关房屋资料,在线上进行卫浴品类调研,卫浴品类包括五金配件、便器类、浴室柜、浴缸、淋浴房等,卫浴品类中五金配件占比高达 43.87%,水龙头属于五金配件,采访者年龄及购买水龙头要素占比见图 2,消费者购买水龙头更看重其质量、价格及实用性。根据不同面积大小的住宅,人们所需的水龙头数量及功能不一样,根据调研,小户型住宅人群更加偏向质量好且功能多的水龙头;较大户型住宅人群更偏向于质量好且外观搭配统一的水龙头。

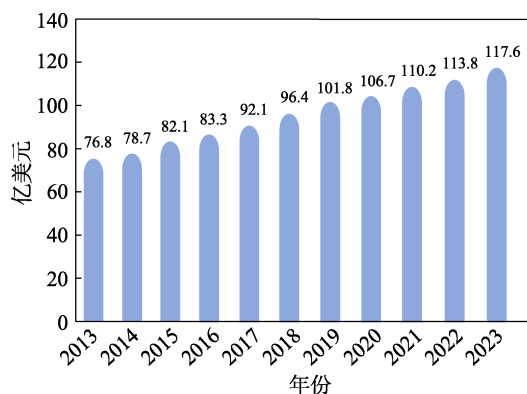


图 1 2013—2023 水龙头市场规模趋势

Fig.1 2013—2023 faucet market size trend

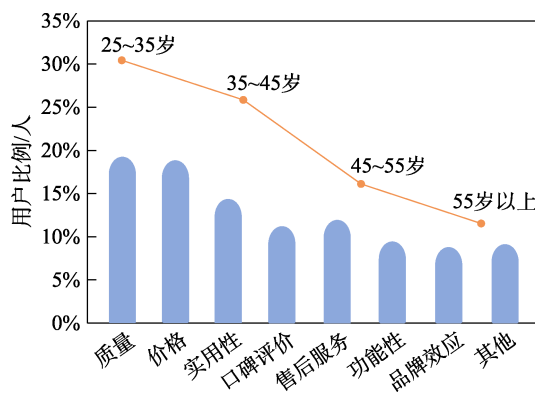


图 2 采访者年龄及购买水龙头要素占比

Fig.2 Interviewer's age and percentage of faucet purchase factors

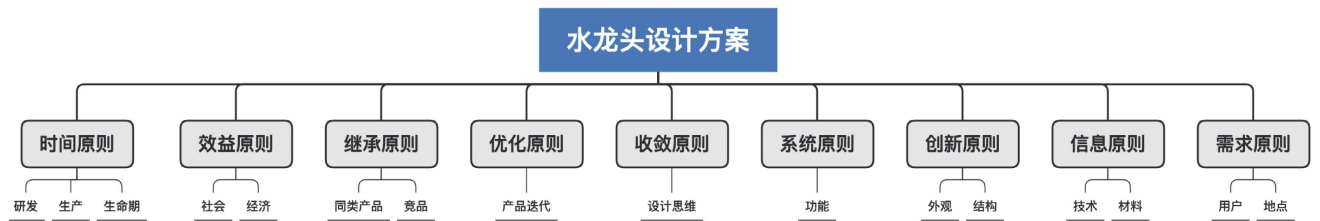


图 3 水龙头最终设计方案准则
Fig.3 Final design plan guidelines of faucet

2.2 水龙头造型要素分析

手柄、把手、压紧盖、安装底座、主体、阀芯、起泡器、不锈钢编制软管，这些是普通水龙头型号的标准配置。水龙头一般分为三个部分，即主体、把手、出水口。水龙头把手线条有很多种设计方式，有些理性而硬朗、有些流畅而圆润、还有些将两者结合得很好。主体部分一般很少去做改动，由于贯穿的水管限制了整体造型。近年来，设计师对于出水口的设计开始加入情感，让其更加朝向节约资源的方向发展。水龙头的材料大多是不锈钢，也有全塑料、陶瓷和一些锌合金材料，还有些是铜的，铜材料一般含有铅，因此在设计时要尽可能避免或较少使用^[8]。不锈钢的表层会形成一层密集的氧化膜，与空气接触后折射出多种颜色，由于氧化膜的厚度不同，不锈钢会有多种颜色，这就给产品带来了不一样的改变。此外，水龙头制备过程中还需要控制温度^[9]。

2.3 构建分析模型

AHP 层次分析法能够快速有效地分析出产品中各个数据之间的比较关系，根据上述内容，将水龙头造型元素分为目标层、准则层、方案层^[10]。目标层为设计一款具有计量、监控、花洒两用的水龙头。准则层中的设计准则有以下九点：需求原则、信息原则、创新原则、系统原则、收敛原则、优化原则、继承原则、效益原则、时间原则。工业产品设计的功能来源于需求，这是一切设计活动的出发点。在进行设计前，

要充分掌握该产品的结构、材料、技术等相关信息，进而把握产品核心创新点，对产品进行优化深入设计。九点原则能够极大地讲究时间效益。方案层得出合理方案，根据准则层所提出的九个准则，将设计过程中考虑的因素全部分析出来，水龙头最终设计方案准则见图 3。

2.4 矩阵构建与权重分析

运用 yaahp 软件将上述设计方案的各项准则计算出来，再根据其权重对方案进行设计分析，判断矩阵标度见表 1，水龙头设计方案目标判断矩阵及权重见表 2，时间原则判断矩阵及权重见表 3，信息原则、效益原则、继承原则、创新原则、需求原则判断矩阵及权重见表 4。实验用户为 10 名在读研究生和 5 名从事产品设计相关工作的教师，由表格数据可以看出，效益、创新、需求原则权重比较高。

表 1 判断矩阵标度
Tab.1 Judgment matrix scale

因素 i 比因素 j	量化值
同等重要	1
稍微重要	3
较强重要	5
强烈重要	7
极端重要	9
两相邻判断的中间值	2, 4, 6, 8

表 2 水龙头设计方案目标判断矩阵及权重
Tab.2 The target judgment matrix and weight of the faucet design scheme

A	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇	B ₈	B ₉	权重 W
B ₁	1	1	3	3	1	1/3	1/3	1/3	1/3	0.5
B ₂	2	1	2	2	1/3	3	1/3	2	2	0.04
B ₃	2	2	1	1	1/3	1/3	2	1/3	1/3	0.16
B ₄	1/3	2	1	1	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	0.08
B ₅	2	1/2	3	3	1	1	1	1	2	0.16
B ₆	1	3	3	3	1	2	1	1	3	0.19
B ₇	1	3	3	3	1	1	2	1	1	0.18
B ₈	2	3	3	3	2	1	1	2	2	0.17
B ₉	1	3	3	3	1/3	1	2	1	2	0.15

表 3 时间原则判断矩阵及权重
Tab.3 Time principle judgment matrix and weight

B_1	B_{11}	B_{12}	B_{13}	权重 W
B_{11}	1	3	2	0.5
B_{12}	1/3	2	1	0.34
B_{13}	1/3	1	1	0.16

表 4 各原则判断矩阵及权重
Tab.4 Judgment matrix and weight of each principle

信息原则	B_8	B_{81}	B_{82}	权重 W
判断矩阵	B_{81}	2	1	0.5
及权重	B_{82}	1	2	0.5
效益原则	B_2	B_{21}	B_{22}	权重 W
判断矩阵	B_{21}	1/3	2	0.4
及权重	B_{22}	3	2	0.6
继承原则	B_3	B_{31}	B_{32}	权重 W
判断矩阵	B_{31}	2	1	0.5
及权重	B_{32}	1	2	0.5
创新原则	B_7	B_{71}	B_{72}	权重 W
判断矩阵	B_{71}	2	1/3	0.63
及权重	B_{72}	3	2	0.37
需求原则	B_9	B_{91}	B_{92}	权重 W
判断矩阵	B_{91}	2	3	0.71
及权重	B_{92}	1/3	2	0.19



图 4 水龙头最终设计方案
Fig.4 Faucet final design

3 多功能水龙头方案设计

从层次法分析的九个判断矩阵及权重的指数中发现：创新、效益、信息、需求原则十分重要，因此，

在提出最合理的水龙头设计时，应根据这几方面数据进行水龙头结构和外观的设计，水龙头最终设计方案见图 4。该方案主要创新点是监控水量、实时查询水表、过滤器和检测灯。水龙头的开关设计为半个“U”字形状，开关头处内嵌 LED 检测灯，用来维修内嵌水表使用；主体分为三个部分，水表和屏幕安装在主体第一部分上，方便观看；第二部分为石子过滤层，主要将过硬的水轻微过滤；第三部分贯穿水管并安装在水池上。龙头内有三层旋转卡子，用来调节成三种不同出水状态，与之相对应的是龙头出水面的三环出水口，内层为默认最大出水口，打开即可洗手、接水等；中层为节水出水口，不需要过多水量时可调节至此档；外层为花洒，满足小户型家庭一物多用式，配置挂件即可沐浴。该龙头零件包括出水头、换档旋钮、计量水表、LED 探照灯、内层出水口、石子过滤，三层出水口、出水关卡等。

4 结语

本文运用 AHP 层次分析法得出了一套解决满足家庭使用的水龙头设计方案。该分析法在进行设计时能够快速抓住设计核心，在建立一套满足水龙头设计的评价模型的同时，得出创新、效益、信息、需求原则在设计方案中占比较重，从而得到科学地卫浴产品，每个准则层的元素都以可量化的方式呈现出来，达到设计数据化的目的。该模型所计算出的数据也能够为之后完善水龙头设计提供参考价值。

参考文献：

[1] 莫建麟, 王玉晶. 基于单片机的恒温水龙头设计[J]. 现代电子技术, 2009(10): 1.
MO Jian-lin, WANG Yu-jing. Design of Constant Temperature Faucet Based on Microcontroller[J]. Modern Electronic Technology, 2009(10): 1.
[2] 王依林, 余镇港, 蔡正熠. 基于绿色节能理念的重力感应水龙头设计研究[J]. 科技经济导刊, 2020(1): 15.
WANG Yi-lin, YU Zhen-gang, CAI Zheng-yi. Research on the Design of Gravity Induction Faucet Based on the Concept of Green Energy Saving[J]. Science and Technology Economics Guide, 2020(1): 15.
[3] 王婧瑶, 李浩明, 夏字节. 水节能的感应水龙头设计[J]. 模具制造, 2019(2): 28.
WANG Jing-yao, LI Hao-ming, XIA Yu-jie. Design of Induction Faucet for Water Energy Saving[J]. Mould Manufacturing, 2019(2): 28.
[4] 段森宇. 基于需求层次的产品设计方法分析[J]. 美术教育研究, 2017(11): 5.
DUAN Sen-yu. Analysis of Product Design Methods Based on Demand Hierarchy[J]. Art Education Research, 2017(11): 5.

(下转第 153 页)