

# STEAM在线科学教育产品内容设计研究

李明超

浙江理工大学艺术与设计学院, 浙江 杭州

收稿日期: 2023年2月27日; 录用日期: 2023年3月23日; 发布日期: 2023年3月30日

## 摘要

目的: 为了丰富儿童STEAM在线学习科学知识的途径, 设计并建构了STEAM在线科学教育产品内容框架用于指导产品设计。方法: 通过竞品分析法总结了STEAM在线教育平台的学习模式和教育内容, 利用用户访谈法和问卷调查法收集并分析了4~12岁儿童对于科学知识的学习需求。结果: 输出适于4~12岁儿童STEAM在线科学教育产品内容设计框架。结论: 该框架可为4~12岁儿童STEAM在线科学教育产品设计与研究提供参考。

## 关键词

STEAM教育, 在线教育, 产品设计, 内容设计, 科学教育产品

# Research on Content Design of STEAM Online Science Education Products

Mingchao Li

School of Art and Design, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou Zhejiang

Received: Feb. 27<sup>th</sup>, 2023; accepted: Mar. 23<sup>rd</sup>, 2023; published: Mar. 30<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

**Objective:** In order to enrich the ways for children to learn scientific knowledge online through STEAM, the content framework of STEAM online science education products is designed and constructed to guide product design. **Method:** The learning mode and educational content of the STEAM online education platform are summarized through the competitive product analysis method, and the learning demands of children aged 4~12 for scientific knowledge are collected and analyzed by means of user interviews and questionnaires. **Results:** Output a content frame that conforms to STEAM online science education products for children aged 4~12. **Conclusion:** This framework can provide a reference for the design and research of STEAM online science education products for children aged 4~12.

## Keywords

STEAM Education, Online Education, Product Design, Content Design, Scientific Education Products

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

随着信息互联网的快速发展,解决综合型、复杂型问题的创新型人才培养亟需解决。为适应社会发展的需要,提倡跨学科,创新性解决问题的 STEAM 教育理念得到推广认可和支持。国内十三五规划下的教育信息化的未来规划提出,要明确探索跨学科领域的教育模式以及创客教育等模式的实践与应用。随着 STEAM 教育模式的发展,在线教育的搭建逐渐从幼儿园、小学、初中一直到高等教育都焕发出新的生机。教育环境从学校课堂拓展到各种博物馆、科技馆、科学教育直播等。

同时,当前儿童阶段的学生家长中 80、90 后居多,受过高等教育的占比较高,对于儿童的学习和教育尤其是综合能力以及科学素质的教育更加重视。许多家长也都接触过 STEAM 教学理念,他们的孩子也接触过 STEAM 的教学内容,家长对于教育的投入和承受能力也更高。STEAM 教学模式能更好地激发儿童主动探索的求知欲,学习跨学科的知识技能,掌握发挥创造力的能力,促进学生运用综合的学科素养创造性解决问题,为面对以后快速变化的复杂社会做准备。

## 2. STEAM 在线教育平台现状

随着全球教育信息化的发展,在线教育市场呈现爆发式增长[1]。第四届 STEM 国际教育大会中提出鼓励学习者在 STEM 项目中运用科技工具或系统平台进行学习,构建线上线下融和的学习环境。STEAM 在线教育平台在国外发展较早,美国学者 Marcia 基于网络探究式科学环境——WISE 平台项目,该平台促进了学生对科学知识的深层理解与知识内化,建构了依托网络资源的探究型科学学习场景[2]。菲律宾 LaConsolacion 大学研发的 Eliademy 具有快速访问,提高时间管理、及时性等特点并可以快速创建基于网络的教室。来自赫尔辛基大学的 Aksela 教授及其团队研发了 LUMA 中心,旨在激发和鼓励 3 至 19 岁的学生利用先进的科学和技术教育的方式,学习数学、科学和技术,这种教学模式为国内的教学变革提供了参考借鉴。

国内 STEAM 教育平台起步较晚,STEAM 平台的内容设计与建构主要围绕 STEAM 教育推广、机器人编程学习、STEAM 媒体资源等。中国已经在上海和江苏建立了 STEAM 云中心,华南师大的 Wise 平台也具备 STEAM 网络教学和学习的的功能[3]。方振名提出中国 STEAM 教育模式实施路径:1) 建立在线教学平台,为 STEAM 在线教育提供实践。2) 设计 STEAM 在线教育课程内容体系,明确课程培养目标。3) 优化 STEAM 科学教育架构,促进在线科学教育发展[4]。于笑雨设计了一款移动教育资源理念的设计产品,通过学校租赁的方式进行在线科学和浏览知识等[5]。STEAMEX 作为开放性平台通过建立 STEAM 教育利益相关者的桥梁,让学生家长教师可以在平台上学习和交流[6]。国内目前对于 STEAM 平台的内容设计处于以素质教育的知识内容体系为基础,在教育实施过程中仍存在兼容性和适配性问题,STEAM 平台的内容设计与建构仍有较大空间。

### 3. 在线科学教育平台内容设计的意义

随着互联网的普及,以及教育市场逐渐下沉,未来在线教育用户规模将会进一步扩大。目前,在线教育平台内容知识覆盖不全面,以线下课程内容直接转移线上为主,其内容并未得到设计与研究[7]。与线下学习相比,在线教育形式丰富有趣,但如果仅把素质教育的知识体系通过在线教育的形式进行教育,并不能很好的实现教育目的,也会导致学生学习效率低下,失去学习主动性[8]。

传统的线下教育,受限于教学资源 and 教学形式等问题其知识内容基本以知识点的为主,缺乏儿童视角,难以引起学生兴趣。而 STEAM 教育强调跨学科,创造性,和解决问题。因此,STEAM 在线教育的模式下更应该培养学生探索精神,倡导创新与创造意识[9]。传统的科学素质教育以教师讲解、实验演示以及各种科学讲座为主,并且当前我国公民科学素质建设存在不同区域发展不均衡与不同群体科学素质水平参差不齐[10]。

### 4. 在线科学教育平台用户需求洞察分析

利用问卷调查法和用户访谈法,收集用户需求数据,从而探究针对不同年龄阶段学生,从教师和家长的角度了解学生的关于科学学习的内容,形式、和目的。用户访谈有效人数为 12 人,调研对象 7 名教师,5 名家长,教师包括幼儿园教师、小学教师和课外辅导教师等。调查问卷回收共计 182 份,有效问卷 173 份,调研对象 4~16 岁学生家长及教师。调研总结见表 1,结合问卷调查的数据可以得出以下调研结论:

**Table 1.** Survey and analysis of user needs of online science education platform

**表 1.** 在线科学教育平台用户需求调研分析

调研范畴	家长视角儿童学习需求	教师视角儿童学习需求
日常学习问题	日常学习希望孩子主动积极,并培养学习兴趣	课外学习科学知识注意安全,收获快乐
	学习采用线上线下结合的方式	增强学生动手能力,培养独立思考能力和团队合作意识
游戏化学习问题	提供教育目的游戏化形式的课外学习产品	游戏化学习更适合低龄段学生
	游戏化设计是一种好的辅助手段	游戏化学习能带来更好的学习效果
科学教育学习问题	可以拓展更多学习科学教育知识的途径	激发学生创造力,开阔视野培养全方面素质
	线上学习科学知识以启蒙位置	增加生活常识,生活经验和提高动手能力
	让孩子通过学习科学知识激发兴趣和思维能力	在线学习中希望孩子具备自觉性

#### 1) 希望儿童更早的接触科学知识

我国素质教育中对于儿童学习科学知识的年龄从 7 岁开始,而家长和教师在日常的学习活动中均会涉及相关科学知识的教育,尤其是家长更希望孩子能较早的接触科学知识。

#### 2) 提倡启蒙、学习、实验的综合学习模式,学习形式更适合游戏化

从调研情况可以得出,教师和家长更希望孩子在学习科学教育知识时能通过综合学习的模式进行学习,这一点也符合 STEAM 教育的跨学科理念。而在教育形式上,教师和家长均对游戏化有较高的评价,同时部分教师在日常的教学工作中也会使用游戏化的教育方式。

#### 3) 知识学习关注兴趣与能力,提倡主动探索、主动学习

访谈过程中，部分家长表示孩子日常的学习活动都需要家长的叮嘱与帮助，但是当通过科学馆、博物馆、科技直播课等场景学习时会表现出较高的学习主动性，但是主动探索性上还有待提高和深入研究。

## 5. 在线教育应用设计案例研究

### 1) 在线教育产品选择

为了保证学生在线学习科学的内容，形式、和目的在真实的设计实践中都有所印证，基于点点数据网站的排行榜中并根据下载量和普及度筛选出具有代表性的 STEAM 科学教育移动端产品 6 款以及 STEAM 在线科学教育 PC 端平台 6 个。国内 STEAM 教育平台发展较国外有明显差距，且移动端和 PC 端的内容和学习模式也有较大差异。将平台和产品按照产品架构、课程体系、特色内容、其他内容等分类进行拆解和分析，如表 2。

**Table 2.** Analysis of products in science education  
**表 2.** 在科学教育产品分析

产品名称	产品 logo	产品内容架构	产品特色内容
火星俱乐部		物理科学、智能硬件、乐高系列编程、EV3 系列编程	生活中的科学知识点作为课程设计点
鲨鱼公寓		生命科学、地球与宇宙科学、物质科学、技术与工程科学	STEM + AS 教育体系
玩创 Lab		物质科学、生命科学、地球与空间科学、工程机遇及科学应用、艺术的元素、艺术设计、数与代和、图形与几何、统计与概率。	万创科学云 - 幼儿 + 小学阶段完整的 STEAM 课程服务
寓乐湾		智能硬件、机器人、工具、综合类、幼儿玩具	51 教育法、赛事平台
青橙创客教育		标准化课程设计、定制化课程设计	教育创新研究院
小牛顿		科学课程、思维数学、智慧习字、自然拼读、幼儿衔接	小牛顿科学 + 项目合作、科学实验室课合作
十分科学启蒙		科学素养、乐器知识、工程类、宇宙探索、探索与发现、DIY 实验室、科学闯关(游戏)	成就系统、社交广场
毛毛虫幼儿园		文字、自然科学、数学计算、色彩、乐理、视频教学	儿童化的交互方式，图像化的页面理解
南瓜科学		南瓜实验室、STEAM 科学、科学益智玩具	博物馆探索、科学电台
小河狸创客		基础搭建课、创意机械课、创意工程课、动力机械科、机器人编程	萌娃创意秀
可汗学院儿童版		学习数学、阅读、拼音、写作、社会情感发展，数千门适合学前班到二年级的课程、活动、书籍和游戏	纯英文、儿童化交互方式
豌豆素质		益智探索，口才表达，美术审美、科学编程、音乐素养	口才培养、兴趣培养(围棋)

## 2) PC 端在线科学教育产品内容路径

学习资源的内容质量、在线视频的社会交互、内容的知识结构关系和学习资源的界面设计等因素对学习内容与学习者之间的交互具有较大的影响。因此，基于学习者的目的和需求进行学习资源的设计，是在线教育平台设计的第一步[11]。PC 端平台其课程框架以科学素质教育学科大类进行区分，包括物质科学、生命科学、地球与宇宙科学、工程与技术科学，同时对于儿童的年龄要求跨度较大，以 4~12 岁儿童为主。PC 端平台的学习模式以项目式为主，搭配课程包、视频和直播的形式辅助。该学习模式会明确项目学习主题，通过情景化、问题引导、让儿童利用工具解决问题的方式进行学习，并且搭配项目总结巩固儿童对于知识的掌握，如见图 1。

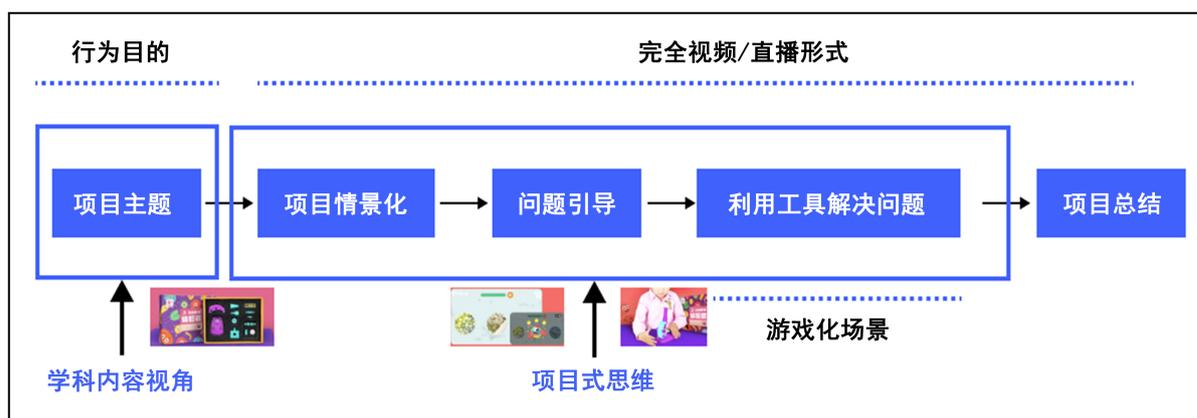


Figure 1. PC-side content path of STEAM education platform

图 1. STEAM 教育平台 PC 端内容路径

## 3) 移动端在线科学教育产品内容路径

移动端产品的课程框架以素质教育的科学学科进行类别区分，包括物质科学、生命科学、地球与宇宙科学、工程与技术科学，但是其学科知识点覆盖面较少，且对于儿童的年龄要求跨度较小，以 6~8 岁儿童为主。移动端产品的学习模式以知识点为主，多以视频动画和实验演示的形式对知识点进行讲解。该模式下，明确学科知识点，通过情景化的方式使儿童代入学习角色，对知识点进行讲解并通过互动的形式检测儿童学习效果，同时部分产品也会搭配实验演示环节帮助儿童理解和记忆，如见图 2。

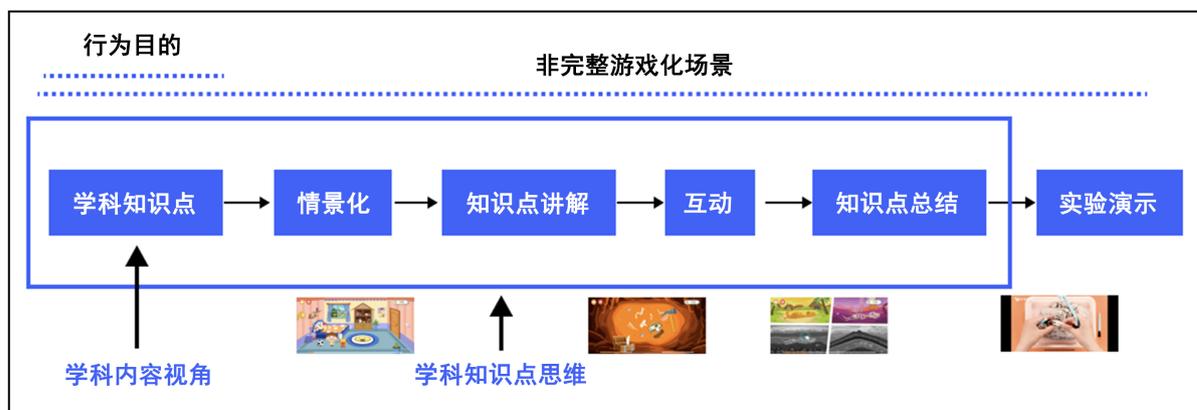


Figure 2. The mobile terminal content path of the STEAM education platform

图 2. STEAM 教育平台移动端内容路径

通过分析得出 STEAM 科学教育平台的架构特征：1) 目前国内外 STEAM 科学教育平台的框架多以素质教育的学科分类进行知识划分，其中移动端会集中在部分知识点，PC 端则较为全面。2) 年龄跨度整体为 4~12 岁的儿童，其中移动端年龄跨度小，PC 端年龄跨度大。3) 学习模式上移动端产品以知识点的形式进行知识学习，PC 端产品以项目式模式为主。4) 两种平台产品均有游戏化学习元素，其中移动端产品使用较多，但都属于非完整的游戏化场景应用。

## 6. STEAM 在线科学教育产品内容设计框架

### 1) 教育内容设计原则

#### a) 打破学科边界，重视学科交叉

STEAM 教育模式的特征之一是跨学科性，在设计构建在线课程内容时也应重视学科交叉。研究表明，传统的学科划分模式可以帮助学生对知识体系进行深化理解和吸收，并且按照难度从低到高的方式来获取越来越多的知识。同样，跨学科的学习模式能培养学习者建立高阶的思维模式，横向打通其他学科的联系，便于更好的掌握知识[12]。传统的线下教学模式，学生往往只能接触单一的学科知识，而忽略了科学知识背后的联系。STEAM 在线教育的内容设计更要基于科学具体的知识出发，再相关的多种学科下寻找知识的关联性，从而加深学生对于知识的理解和掌握，也能帮助学生培养多视角思考解决问题的能力。因此，笔者认为 STEAM 在线科学教育内容框架应打破学科独立，采用学科交叉和学科综合的形式，符合 STEAM 教育的跨学科理念。

#### b) 培养探索精神，倡导创新与创造意识

线下学习科学知识的过程中，复杂的科学实验操作与实验原理会降低很多学生的探索欲望和兴趣，所以具备探索性也是 STEAM 在线教育内容设计的重点。科学知识通常具备较强的实用性和可操作性，基于该年龄段的学生认知和安全意识还尚不成熟，所以线下的课程内容更多的是直接传授和通过观看进行学习。相反，在线上的学习环境中可以通过虚拟现实和模拟实验的形式辅助学生掌握知识，与此同时可以通过挖掘知识内容之间的关联性，引导学生自主探索的精神。

#### c) 强调儿童视角，建立探索式科学世界观

传统的教学内容设计体系以学科大类进行知识内容设计，比较适合线下的教学模式，不同学科的教师可以专攻于自己的学科教学体系中。但对于线上的自主学习场景，单一的科学模式很难吸引学生主动参与学习，同时相比较传统教学也不能起到很好的学习效果，因此本研究提出从儿童的视角出发，建立儿童高度自主性的探索式内容设计框架。提出从儿童视角出发，能更好的契合当前线上的学习环境，学生能够主动的参与到学习内容中，进而起到良好的学习效果。

### 2) 教育内容设计结构

基于前期的调研结论和内容设计原则，STEAM 在线科学教育产品的内容设计结构具备一下几个特点：  
a) 对 4~12 岁年龄段学生进行阶段性的学习内容划分。  
b) 不同阶段的知识内容具有明确的学习主题。  
c) 整合学习主题内相关的学习内容基于儿童的视角重构，如见图 3。

#### a) 4~6 岁儿童，学习认识自己的能力

该阶段儿童开始逐渐具备主动意识和知道好与坏的区别，且具备能力主动行动、探索、想象的能力。这个阶段是培养儿童产生积极的行为习惯和品格的时期，因此在该阶段本研究提出引导儿童学习认知自己的能力，具备生命意识和健康意识。该阶段主要的学习内容包括人、能力、生命、心理，掌握了解自己的身体，建立自我能力的边界，学会珍惜生命并保持健康的心理。

#### b) 7~9 岁儿童，培养探索自然的精神

该阶段儿童逐渐走出家庭，更多的时间出现在社区和学校等户外的环境，同时由于环境的变化带来

的新鲜感，会激发儿童的好奇心和积极性。他们勤奋且好动，对周围充满了好奇和期待。因此该阶段的学习内容主要围绕自然生命和自然物质进行学习，培养儿童探索自然的精神。该阶段的主要学习内容包括植物、动物、地理、人文，让儿童可以掌握自然界的各种生命，主动探索自然植物与动物，学习自然物质地理和人文的知识内容。

#### c) 10~12 岁儿童，倡导创造世界的意识

该阶段儿童已经形成了相对独立的思维习惯和行为习惯，这一阶段的儿童更希望通过自己的能力去改变身边的事物，渴望学习和做正确的事情。他们具备积极的主动性和独立的探索能力，因此在该阶段要倡导儿童敢于去创造世界，学习人工世界带来的科技材料与技术，对宇宙开始充满想象与好奇，学会从更多的视角来了解地球并敢于幻想未来的世界。通过以上 3 个阶段的内容设计结构，让儿童在循序渐进的过程中不断的培养对科学知识的兴趣和学习能力。



了解自己 建立边界 珍爱生命 健康心理 发现植物 发现动物 探索陆地 学习人文 探索材料 学习技术 发现世界 创造未来

Figure 3. STEAM online science education content design architecture

图 3. STEAM 在线科学教育内容设计架构

## 7. STEAM 在线科学教育产品设计实践

基于 STEAM 在线科学教育产品内容框架进行产品设计实践，以验证框架的有效性。基于该内容设计框架，在产品设计过程中，为了保证设计实践结果的有效性选择 7~9 岁培养儿童探索自然的阶段进行设计实践。

### 1) 产品设计基础信息

食物半球是基于 STEAM 在线科学教育产品内容设计框架的实践产物，该产品由软硬件两个部分组成，儿童在线下产品模块与线上界面交互反馈的过程中认知水果从种子萌发到开花结果的周期，从而自主趣味地探索食物生长周期，形成细微感知生命的事物观。其知识内容基于探索自然阶段，让学生可以通过食物半球产品的使用和玩耍自主性的探索自然生物的奥秘。

#### a) 食物半球教育产品内容设计

食物半球教育产品的命名主要基于儿童在日常生活中接触的植物生物进行内容设计，在食物半球产品中包括各种蔬菜水果，以这些植物从一颗颗种子到发芽、开花、结果以及最后的收获都涵盖了关于植物的相关知识。儿童通过使用硬件产品与移动端界面进行各种行为反馈，并且在植物的生命周期中也遵循 STEAM 在线科学教育内容设计架构的要求，采用循序渐进的知识难度。整体的内容围绕儿童自主探索的形式设计，而在产品规则设计上也通过放开自由度，降低系统的引导从而让儿童积极参与，主动探索。

### b) 食物半球教育产品架构设计

基于食物半球教育产品的内容设计，在产品架构上主要围绕游戏规则进行设计。为了让儿童体验到更真实的植物生长环境，本产品还原了植物自然生长所需要的太阳、白云、雨、风等自然元素，让儿童在一个充满自由度和想象空间的游戏环境中学习科学知识。这也符合前期用户调研的结论，让儿童不再面对枯燥的科学知识点和晦涩难懂的科学实验，相反是通过自主探索和模拟的形式掌握和学习知识。并且为了确保儿童能够对知识产生明确的记忆点，在游戏规则中也通过设计阶段性的知识点检测，通过检测才能进行后续的游戏内容，如见图4。

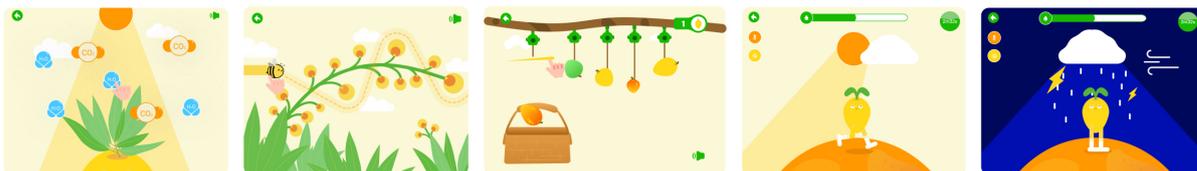


Figure 4. Food hemisphere learning interface  
图4. 食物半球学习界面

### c) 食物半球教育产品交互与视觉设计

在产品交互设计上，基于前期的调研结论在控制好儿童在线学习的时间以及家长对于移动端产品的接受程度上，食物半球采用软硬件结合的形式，既能锻炼儿童手眼协调的能力，同时也避免养成完全依赖电子产品的习惯。视觉设计上通过调研小学阶段的学生常用的在线学习产品和娱乐产品的风格，最后采用偏向卡通风格的拟物化设计，并且在性别引导上保持中立的风格，如见图5。



Figure 5. The food hemisphere game process  
图5. 食物半球玩法过程

#### d) 食物半球教育产品验证测试

在食物半球教育产品完成软硬件的设计与开发之后, 对其进行设计方案的实际验证。通过可用性量表从有效性、效率、用户满意度三个层面进行评价。本研究可用性测试共邀请了 3 名 7~9 岁儿童和 3 名家长对食物半球教育产品进行测试, 并进行可用性指标打分。最后统计打分的情况并计算进行汇总分析如表 3 所示。根据数据结果可以得出, 在有效性、效率、用户满意度 3 个层次的指标均有较高的评价。这表明 STEAM 在线科学教育产品内容设计的架构能较好的指导在线科学教育产品的设计, 其设计方案也基本满足前期调研分析的用户痛点和需求。

**Table 3.** Usability testing analysis

**表 3.** 可用性测试分析

测试指标(量表 0~7)		用户 1	用户 2	用户 3	用户 4	用户 5	用户 6
有效性	易学性	6	7	7	5	6	7
	效率	7	7	6	7	7	6
满意度	操作性	6.5	6	7	7	6	7
	可视性	7	6.5	6.5	7	6	7
	容错性	5	6	5	5	6	5
	美观度	5	6	5	5	5	6

## 8. 结论

随着数字媒体的发展, 在线学习作为传统教育模式的拓展是必然的趋势, 传统的科学知识内容直接迁移到线上学习环境并不能起到很好的教育和学习效果, 相反在线学习具有较高的独立性和隐私性, 在没有家长和教师的陪同下, 学生很难对科学知识产生兴趣。本研究基于 4~12 岁儿童的学习情况的调研以及相关在线学习教育产品的分析, 提出适用于在线科学教育产品的内容设计框架。通过该框架可以对相关教育知识的内容设计重构起到一定的指导和借鉴意义, 指导后续儿童在线教育产品的制作和开发, 为儿童在线科学教育提供有益的帮助。

## 参考文献

- [1] 韦艳丽, 孙虹, 王松琴, 王磊. K12 教育 APP 信息可视化设计研究[J]. 设计, 2019, 32(1): 138-141.
- [2] 张新华, 刘美博, 容梅. WISE 项目移植于我国科学教学的实践探索[J]. 中国教育信息化, 2018(10): 23-28+50.
- [3] 方旭, 张新华, 李林. 教师 STEM 网络教育平台行为意向影响因素——基于华南师大 Wise 平台的调查[J]. 开放教育研究, 2018, 24(3): 59-67.
- [4] 方振名, 陈宁, 方琨. “互联网+”时代 STEM 教育的研究探索[J]. 现代交际, 2021(5): 184-186.
- [5] 于笑雨, 曹鸣. 移动教育资源车[J]. 设计, 2022, 35(14): 22.
- [6] 贾兰. STEAM 上线教育垂直平台 STEAMEX [J]. 计算机与网络, 2019, 45(10): 72-73.
- [7] 丁熊, 纪合鹏. 基于 STEAM 理念的博物馆青少年公共教育服务设计研究[J]. 设计, 2021, 34(20): 143-145.
- [8] 袁磊, 张昱昕. 学科课程项目化: STEAM 课程内容设计[J]. 开放教育研究, 2019, 25(1): 92-98.
- [9] 宋颖佳, 蒋晓. STEAM 理念下的儿童教育玩具设计趋势[J]. 设计, 2020, 33(1): 134-136.
- [10] 朱婷婷. 改革开放以来我国科学素质教育政策的演进历程与特征[J]. 学会, 2022(10): 126-132.

- 
- [11] 贺蕾, 何人可. 基于心流理论的移动学习应用交互设计研究[J]. 包装工程, 2018, 39(4): 188-192.
  - [12] 赵慧臣, 马悦, 陆晓婷, 张艺苇. STEM 教育质量标准的制定、内容及启示——以美国圣地亚哥郡为例[J]. 开放教育研究, 2017, 23(3): 50-61.