

基于数字互动服务模型的科学教育素材平台设计及应用

周荣庭 顾 斐*

(中国科学技术大学科技传播与科技政策系, 合肥 230026)

[摘 要] 基于数字互动服务模型建设科学教育素材平台, 主要解决了科学教育的两个问题: 其一, 解决教学素材数量、质量的问题; 其二, 建构科学知识的认知—参与—探究的学习流程, 帮助学习者获得对科学教育本体的“元认知能力”。本平台的设计采用新媒介形式, 依据互联网思维, 云存储、大数据技术, 集成终端设备应用, 以期建成全国范围内无差别化教学素材平台。科学教育素材本质上是数字内容, 因此本文基于数字互动服务模型、建构主义学习理论设计该平台的功能及应用模式。该平台设计包括两条路径和六大模块。两条路径为“内容链”和“信息传输链”; 六大模块为教学素材收集整理、教学素材内容策划、教学素材品牌包装、平台软件开发、云存储服务以及终端设备集成。平台的应用, 采用数字化技术, 共建共享理念, 跨越了时空限制, 为科学教育提供了科学化、艺术化、可视化的数字教材, 激发学生的求知欲, 增强知识的表现力, 提升了科学教育的整体效果。

[关键词] 科学教育素材 数字互动服务模型 建构主义学习理论

[中图分类号] N4 **[文献标识码]** A **[DOI]** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2018.02.003

1 研究背景及要解决的问题

1.1 研究背景

目前, 由于地区经济水平、学校教学资源建设、教师自身互联网使用水平等多方面的差异, 全国范围内科学教育中信息化应用水平参差不齐。2017年1月国务院印发的《国家教育事业发展规划“十三五”规划的通知》中提到要积极发展“互联网+教育”, 发展互联网教育服务新业态, 全力推动信息技术与教育教学深度融合, 建设课程教学与应用服务有机结合的优质在线开放课程和资源库^[1]。笔者认为, 现有的“互联网+科学教育”模式,

例如“智慧课堂”“探究式学习课堂”等, 往往是研究教学活动的方式变换, 落脚点在教学活动, 大多基于课堂应用, 参与主体是教学活动传受双方: 教师和学生。目前, 缺少应用于科学教育全流程、覆盖全体参与人员的整体教学设计。因此, 基于大数据技术, 互联网思维, 以用户为核心, 满足全国范围内无差别应用的数字科学教育素材平台建设属于应时之举。

关于科学教育素材平台的已有研究中, 有学者提出教学素材是传播教学信息的基本材料单元, 是解决教学中某个问题, 某个知

收稿日期: 2018-03-09

* 通信作者: E-mail: gff993@163.com。

识点的教学构件^[2]。多数学者在已有的研究中将教学素材平台在逻辑上分为资源层、应用层、用户层三层。在内容上,陈晓琴(2009)认为数字化教学素材库以学科、专业知识点为基础,把教学素材按照网络运行环境要求和规则分类组织,通过一些软件技术处理,还原成能够重复使用的独立素材,每项素材有其自身的技术要求^[3]。在形式上,李睿(2014)归纳传统的教学素材由文本、图像、音频、视频、动画这五类素材组织起来,包括短信、网页、微课件、电子书、电子教材、动画、音视频、邮件、微博、自定义等多种方式^[4]。在使用效果研究中,王晨(2014)在高校教学素材库的研究中发现,教师可以利用教学素材库组织教学内容,提高教学效果;学生可以利用教学素材库开展自主学习,提高自学能力^[5]。在新媒体环境下,孙宁(2013)提到信息资源环境发生很大变化,教学素材的形态、特征、功能在发生改变,赋予信息资源以新的内涵^[6]。孙曙辉(2015)依据建构主义学习理论提出了“智慧课堂”的模式,运用“互联网+”的思维方式和物联网、大数据、云计算等新一代信息技术,支持课前、课中、课后的全过程应用^[7],这种基于信息化条件下的课堂模式的建构为科学教育素材平台的设计及应用提供了理论基础和实践价值的参考。

1.2 解决的问题

科学教育素材平台的设计与应用,从老师的工作难点、学生的学习痛点出发,平台设计的目的有三层。第一层是为了解决复杂知识点的讲解和展示难点。在传统课堂教育中,由于一些抽象的知识尤其是理科知识的呈现有所欠缺,学生在理解学习中较为困难,但随着教育信息化的推进,各种新媒介形态的素材都已出现,如虚拟现实(VR)教学素材、增强现实(AR)教学素材等,且已

有研究表明,AR技术、VR技术等新技术形式在教学中的应用,可以解决学习过程中由于信息源分散而引发的学生的感知不连续性(F. Liarokapis et., 2010)^[8],为学习者提供沉浸式体验,为知识传播创造了有利条件^[9]。

第二层目的是解决因为科学教育资源分布不均衡导致的应用资源差异问题,平台的运营生态主要是基于数字互动服务模型设计,由于整个平台的两条路径在“内容”和“信息传输”都各有三个增值过程,这三个增值过程需要平台主体和所有用户共同实现,真正意义上做到了教育资源的“共建共享”,同时平台软硬件开发基于普适化和简易化原则,可以解决全国范围内大多数教学场所的匹配问题。

第三层目的是在整体应用的基础上,以系统化的平台设计,多终端集成的使用场景体验,解决学习过程中认知建构的难点,帮助学习客体通过建构主义学习理论做到“学会学习”,能够构建自己的学习框架。因此,信息化条件下教学素材平台的建设意义重大,其不仅能够扩大优质教学素材影响范围,为教师提供海量的、有品质保障的教学资源,而且可以帮助教师连通线上线下,为教学活动节省大量的人力、物力、财力,使教师专注于优质课程教学素材的策划与编辑,通过“云—网—端”的建设,真正意义上实现教育资源共建共享。

2 科学教育素材平台设计

2.1 理论基础

2.1.1 基于数字互动服务模型设计的依据

1997年,C. Schlueter和M. Shaw提出了“数字互动服务(Digital Interactive Services, DIS)”概念^[10]。进而提出了数字互动服务模型(Digital Interactive Services Model, DIS Model),见图1,数字互动服务产业,即通过基础设施

传输（infrastructure），提供各种数字内容服务的产业。钟岑岑（2016）提到多数研究者认为数字教材源于电子书，并加入了教学属性，属于出版物范畴^[11]。科学教育素材平台的建设本质上是数字出版，属于数字内容服务产业，因此，本文在数字互动服务模型的基础上结合平台设计与应用的具体问题，对素材平台进行开发设计。

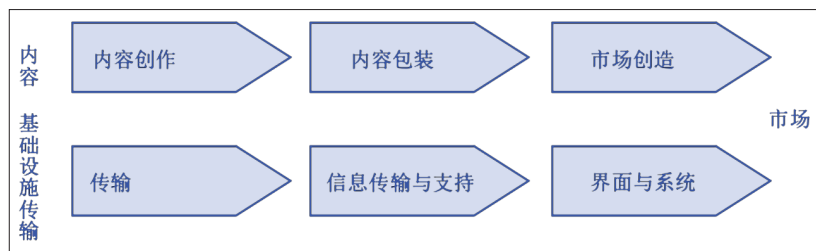


图1 数字互动服务产业模型

2.1.2 建构主义的哲学思考

建构主义是现代学习理论在历经行为主义、认知主义之后的进一步发展，它对现代网络教学过程与教学资源的设计、开发与应用，将产生革命性的影响，并具有普遍的指导意义^[12]。建构主义认为“情境”“协作”“会话”和“意义建构”是学习环境中的四大要素，现代信息技术的发展及其在学校教育教学中的广泛应用，能够非常好地满足建构主义对教学环境提出的较高要求，利用当今多种新媒体、新技术和智能设备等，能够创造和展示各种趋于现实的学习环境，更好地为学生提供学习资源信息，增进师生间、生生间的沟通交流，有利于开展协作、会话和探究，帮助学习者知识意义的建构^[13]。

在科学教育素材平台的设计中建构主义学习理论的四大要素融合在六大模块的建设中，同时在两条路径的三个增值阶段中，平台依据建构主义学习理论，帮助用户在“情境”“协作”“会话”和“意义建构”四个环节实现对内容的理解和知识体系的建构，在内容链中，平台通过对教学素材的收集整理，

实现“情境”的搭建，再通过教学素材的内容策划，完成用户与平台之间的“协作”和“会话”，最后在“教学素材品牌建设”过程中实现了用户的“意义建构”。在信息传输链中，平台软件开发、云存储服务、终端设备集成都是建构主义学习理论的实际应用，在信息传输中为用户建构知识体系。建构主义学习理论的应用是追求认知建构与信息环境

交融、智慧养成与技能提升相互促进、价值引导与态度涵养联动^[14]。

2.2 平台架构

平台的架构分为两大模块，第一是基于数字互动服务模式的运行模式架构，平台方作为

运行主体，协同用户保障平台的共建共享及长效运行。第二是基于建构主义学习理论的教学模式架构，以用户为主体，从用户认知的三个层级出发，结合平台的运行模式，实现建构主义学习理论的四大要素“情境”“协同”“会话”“意义建构”，最终在平台的使用中，用户能够掌握“元认知能力”，学会学习。

2.2.1 运行模式架构

平台以数字技术为基础设施，由两条路径、三个增值阶段及六个核心业务模块共同组成（见图2）。平台中两条路径分为内容链与信息传输链。平台内容链包括：教学素材收集整理、教学素材内容策划、教学素材品牌建设三个模块；信息传输链包括：平台软

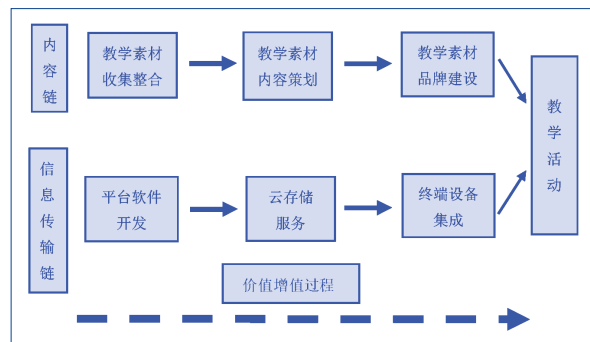


图2 平台运行模式架构

件开发、云存储服务以及终端设备集成三个模块。从横向上看,平台的内容链和信息传输链都有三个价值增值阶段,从纵向上看,每个价值增值过程都有数字技术的支撑,每个阶段的参与者之间的关联性与交互性都进一步增强。

(1) 教学素材收集整理

由于信息技术的发展,移动化、碎片化的数字教学素材使得用户群体眼花缭乱,每个用户对于教学素材质量和关联度的把握水平参差不齐。教学素材收集整理是整个平台建设内容链的第一模块,基于互联网中的“痛点思维”“草根思维”和“整合思维”,抓住教师备课中的找素材耗时耗力的工作痛点,学生学习理解不透彻的知识难点,以符合学生及教师需求的教学素材作为基本单位,由平台负责整合收集,形成庞大的教学素材平台,再通过用户平台使用过程中的参与和反馈,让广大用户群体参与到平台的设计与修正中来,实现跨地区、跨行业、跨学科的数字教学素材平台,向用户呈现井然有序,保质保量的教学素材,同时也实现了新技术、新课程、新教学的深度融合。

目前,教学素材收集主要有以下几个方式:教师群体参与教学素材的策划设计;聘请科研人员、机构设计提供教学素材;平台方转化国外品牌教学资源;协同机构企业进行设计制作;试点学校、机构合作形成线下课堂应用示范课程等。教学素材形式包括:视频素材、图片素材、文本素材、AR素材、VR素材、3D素材等。

(2) 教学素材内容策划

教学素材内容策划模块,基于互联网的“用户思维”,平台根据用户使用需求和使用习惯,提供各种便捷的使用方式,例如“关键词搜索”“策划模板”等,帮助用户在平台选取所需素材,通过平台编辑软件,帮助用户建构知识体系。使每个用户都能够在平台

建构的“协同”与“会话”情境中建构对素材的认知体系,完成教学素材基于应用场景的内容策划。教学素材的内容策划,为内容链的价值增值过程提供动力源泉,实现了内容链中的价值增值。

(3) 教学素材品牌建设

着力整合素材库中的优质素材,打造品牌教学素材,有力推进优质教学素材的使用率,利用互联网思维中的“爆点思维”和“极致思维”深耕平台资源,结合用户群体的实践反馈,细分用户需求,针对不同的教学需求,将内容做到极致,打造出具有良好口碑和易复制推广的品牌教学素材,形成有影响力、能够推广的系列品牌教学素材。

(4) 平台软件开发

平台面向WEB、移动端等多种设备进行软件开发,基于互联网的“连接思维”“迭代思维”和“社群思维”,在平台软件开发中考虑“线上+线下”的使用场景连接,并且考虑到素材平台的更新和用户需求的扩展,不断迭代平台内容、功能和服务。同时在软件开发中加入“社群”服务,增强平台的用户粘性,同时为平台用户提供交流的空间。

(5) 云存储服务

云存储的设计,为用户在平台使用过程中产生的数字化内容提供了空间及资源管理系统,实现内容的“收、存、管、用”和海量教学素材的存储传输。用户将现有的教学素材共同加入到一个“云”中,可以减少单个学校的资金和时间上的投入,并实现真正意义上的资源共享。未来可以建立区域教育云、科目(专业)教育云、教学资源云(MOOC)等,均可提供这样的资源共建共享服务。

(6) 终端设备集成

平台开发了教学素材编辑平台、交互式多媒体教学演示平台两大增值平台,可在终端设备使用符合现代移动化、碎片化的使用

场景。并通过新的终端设备开发，将集成最新的虚拟现实、物联网等技术，更好地匹配平台的内容，为用户创造更优质的使用体验。目前的终端设备包括电脑、智能移动设备（手机、PAD等）、智能化教学设备、虚拟现实硬件设备、增强现实硬件设备等。

2.2.2 教学模式架构

平台的功能设计在理论上参考了建构主义学习理论和瓦氏的历史性知识论，见图3。笔者认为从建构主义学习理论的“情境”“会话”“协同”“意义建构”四个维度去建构个体的知识体系需要一种能力支撑，这个能力就是“元认知能力”，即学会学习的能力，这种能力是从个体在对学习客体的认知过程中习得的。因此，平台的设计从用户认知的三个层级出发，第一层是获取知识的认识过程中的实践活动。这种实践活动包含三个特征：第一有目的性，即拥有学习对象和目标；第二是使用技术，不仅是理论的运用，而是运用技术主动与环境和对象产生互动，比如说通过增强现实技术与学习对象产生交互；第三受规范，即形成实践结构和过程的范例。认知的第二层级，认知实践活动是不同的实践模式运作的结果，因此用户通过科学教育素材平台的认知活动基于前文提到的模式中的两条路径和六大模块，形成对于知识的解构和认知。认知的第三层

级是理解不同的实践模式。由于知觉是经验知识的主要来源之一，知觉又被认为是一种认知实践，其通过表征获取对知觉对象的感知，从知觉转化为经验的中介即为行动，这种行动是用户使用平台的行为，也是用户获取知识的来源。

在平台的使用过程中，用户通过对学习对象（Learning Object）的理解，在平台的使用过程中构建“情境”，构建方式是通过平台对教学素材整合收集和-content策划，用户在使用过程中根据自己的需求可以构建自己的学习场景，这种学习是一种知识习得的过程，同时也是对教学内容生产的过程。用户与平台的“会话”是平台构建的教学模式的亮点所在，即用户与平台通过大数据技术，形成个性化使用体验，通过用户需求和反馈，形成使用情境中的“会话”。“协同”是平台在运行模式和教学模式中都至关重要的要素，用户与平台的协同，教学模式中师生的协同，都是将学习突破被动获取知识的模式，变为双向传播的过程。“意义建构”的过程则是“元认知能力”的关键，通过前三个要素，用户或者学习者产生了对知识的吸收、思考、反馈等环节，但是平台中的体系建构才是最终获得学会学习的证明，用户使用平台创作的品牌内容，完成自己教学活动的意义建构，同时

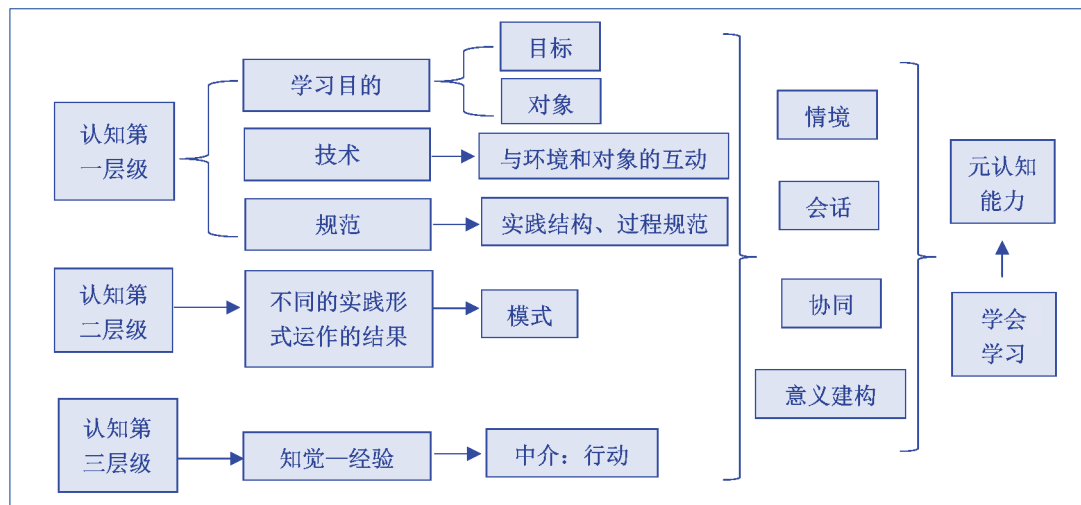


图3 平台教学模式架构

学习者通过教师的知识传播,完成个人知识体系的建构。在完成四大要素之后,即通过平台、使用户和学习者形成了“元认知能力”。

3 科学教育素材平台的应用过程

科学教育素材平台的应用分为两个部分:教学素材编辑平台、交互式教学平台。

3.1 教学素材编辑平台

教学素材编辑平台面向 Web 平台、桌面平台、移动平台,开发素材与工具深度集成教学素材编辑平台,让使用者综合、灵活、便捷实用教学素材库内所有教学素材,实现简易课件编辑、优质效果演示的备课及教学体验。教学素材编辑平台的应用模式见图 4。

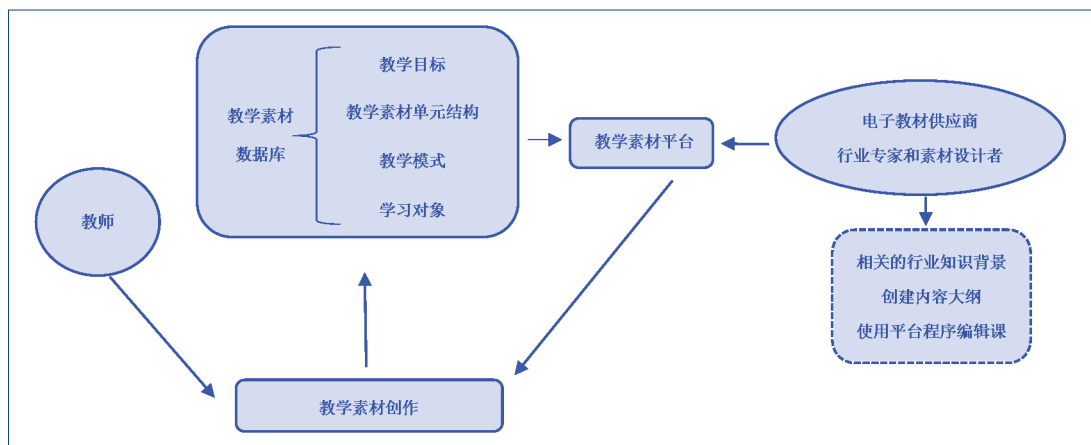


图 4 教学素材编辑平台应用模式

由于重用或修改现有优质教学素材需要的时间比开发新教学素材所需的时间少,教学素材平台保留了已开发的优质教学材料,

这是新教学素材开发的知识基础。教学素材编辑模块需要教学素材的作者拥有相关的背景知识,创建一个内容大纲以及按照平台的

表 1 用户平台使用步骤

序号	步骤	详细内容
1	选择课程领域	由教师选择需要设计的课程领域,选取相应教学素材
2	描述教学目标	教师描述学生期望学习的内容,用于搜索相应的教学素材
3	参考类似课程的品牌教学素材	在平台中搜索现有教材,学习成功课程教材的教学结构
4	设计教学模式	教学模式构成课程的学习方式(例如,在介绍某个课程的主题时,教师倾向于说明为什么学习课程主题,然后解释已有定义的术语,并通过例子来理解内容)
5	确定课程大纲	在整理课程主题和教学模式之后,教师设计出新课程教材的整体框架
6	选择教材的内容	在编写课程大纲之后,作者可以选择内容,对教学素材内容进行策划
7	修改内容	由于课件的内容是根据教学模式设计“组装”的,所以课程内容只是一个半成品。教师需要参考学习客体的反馈,对内容进行检查、修改和调整

编辑模式进行创作。步骤如表 1 所示。

3.2 交互式教学平台

交互式教学平台的应用,将原本单向度的科学教育活动变为交互式的教学活动。教师将事先制作的课程学习素材通过交互式多媒体教学演示平台传输到学生手中的终端设备,供学生预习课堂知识。教学活动中,通过教学素材的课前铺垫,老师把学生的学习反馈结果分类整理后,再将正确结论从平台传送至学生们

手中的终端学习设备。同时,老师利用终端设备上的摄像头扫描学生手中教材,通过增强现实技术、虚拟现实技术等,可以活灵活现地展示教学内容。例如,化学课堂中,老师可以通过 AR 技术,展示分子立体模型,学生可以全方位了解化学分子结构,并可与分子结构进行交互。同时,老师还可以通过平台现场点评学生上传的作业,展示学生的学习成果。

交互式教学平台的运行(见图 5),首先

由技术支持方、素材提供方、课件策划方及教师、学生群体共建共享。其次，教师通过平台策划生成教学素材，并发布到交互式多媒体课堂教学演示平台中，学生首先通过在线学习了解教材内容，平台通过学生反馈搜集数据，帮助教师完善教材；并且，学生的

反馈可以帮助教学素材的设计者在设计的过程中分析具体的用户场景，完善 AR 标记卡、VR 数字信息等教学素材的设计，完成教学情境设计和元叙事内容。接着，在线下课堂的教学活动中，通过学生的现场参与，教学反馈，最终实现教学的课堂应用。

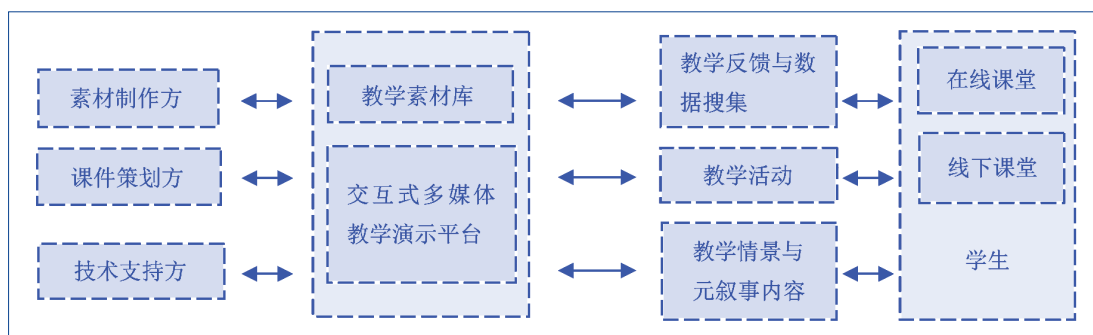


图 5 交互式教学平台应用模式

4 案例研究——“火花学院”

“火花学院”是由中国科学技术大学新媒体研究院设计开发的，面向全国中学理科教师群体的数字教学素材库。“火花学院”从中学科学教育的痛点出发，基于数字互动服务模型理论和建构主义学习理论设计的教学素材平台，主要服务对象是全日制初等教育理科教师，为其提供交互式多媒体教学演示平台及学科素材库，并开发驻校服务公开演示课，形成高品质的素材库与名校课件库。“火

花学院”已经在合肥、蚌埠、大连等多地的中学化学课堂实践，区别于传统课堂的教师授课方式，“火花学院”打造的品牌课程，通过移动终端，利用增强现实技术，科学可视化素材，提升了知识的表现力与展示效果，增强学生与教学内容的互动，将传统的知识线性传播课堂转变为沉浸式体验、交互式参与、探索式学习的课堂模式。

4.1 “火花学院”的平台架构

根据数字互动服务模型，“火花学院”的六大核心增值模块见图 6。

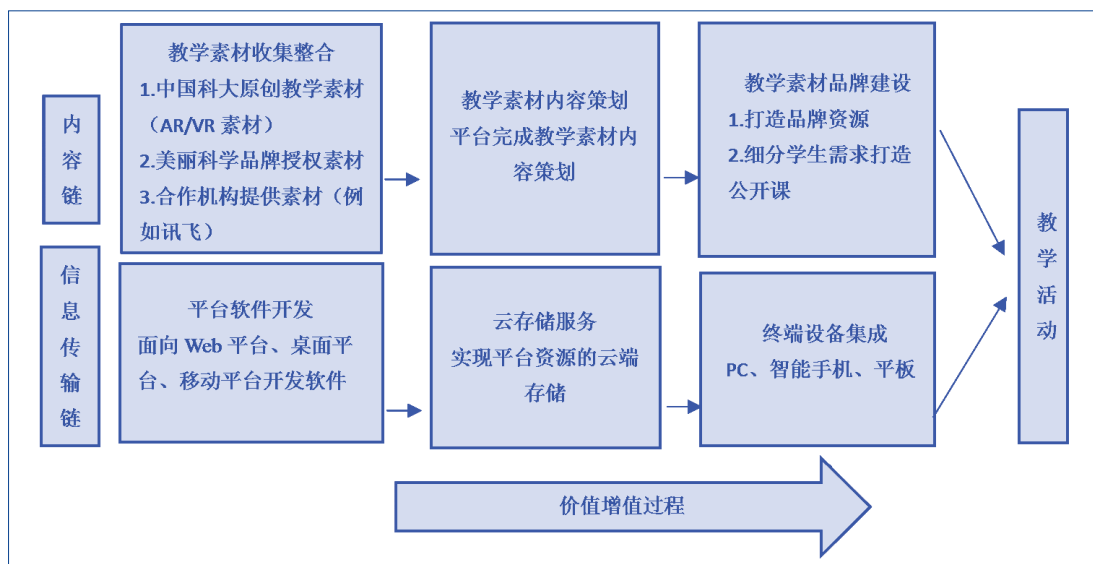


图 6 “火花学院”的平台架构设计

4.2 六大核心增值模块具体分析

在内容链上,中国科大新媒体研究院是主要的内容提供方,负责教学素材的收集和整合。平台的使用者:教师群体,同时也是教学素材内容的策划者,为平台提供更多的精品课程教学素材。“火花学院”团队主要负责品牌课程的推广与运营,为平台吸纳更多的合作者和机构入驻。在信息传输链上,“火花学院”主要是依靠软件设计开发、云存储服务、终端设备集成实现增值业务。信息传输阶段,“火花学院”开发了教学素材编辑平台、交互式多媒体教学演示平台,为教学信息的传输提供便利性。在终端设备与平台增值阶段,“火花学院”开发的编辑平台、用户管理平台、数据收集平台,对由终端设备传输回来的用户信息进行统计分析。未来,“火花学院”将开发AR终端设备,实现现代教育信息化的进一步提升。

教学素材收集整理:目前主要来源包括中国科大团队原创开发的精品AR教学素材,例如中学化学课堂“醛”分子AR模型、“杂化轨道”AR模型等;“美丽科学”品牌授权的科学可视化教学素材,例如“美丽化学”系列视频、合作方讯飞开发的智慧课堂教学素材等。数字教学内容创作:教师群体使用教学素材平台策划编辑的教学素材。教学素材品牌建设:打造以“美丽科学”素材为核心的品牌数字教学内容,针对中学理科课堂学生的需求细分,打造了运用增强现实技术素材模型、科学可视化教学内容的《醛》《杂化

轨道理论》等精品化学公开课。这些精品公开课在全国各地学校被示范推广,为整个科学教育应用形成了品牌效应。

平台软件开发:面向电脑设备、移动终端等不同硬件平台开发了教学素材编辑平台和交互式多媒体教学演示平台。云存储服务:通过网络运营商搭建云存储平台,在云平台共建共享教学资源与教学素材,构建教学素材“云”。终端设备集成:面向移动终端开发了WINDOWS、安卓和IOS系统的应用,实现多终端集成应用。

5 结语

从内容生产层面来看,科学教育素材平台为碎片化的教学素材提供了资源整合平台,同时整合专业组织和专家提供的优质教学素材,提升了教学素材出版的质量和课堂的教学效果。从技术层面来看,科学教育素材平台的设计及应用,将推进移动教育应用软件资源的开发,促进现代教育技术的发展,为未来实现科学教育的智能化教学,个性化学习打下基础。从教学的角度来看,平台的建设,整合了各类优质科学教育资源,推进了资源普遍开放共享,鼓励师生共建共享优质资源,加快推动了科学教育服务模式和学习方式的变革,缩小了我国科学教育资源分布不均的差距。因此鼓励学校或地方使用科学教育素材平台、采用线上线下结合等方式,推动在线开放资源平台建设和移动教育应用的普及,是未来科学教育活动的发展方向。

参考文献

- [1] 国务院关于印发国家教育事业发展规划“十三五”规划的通知[EB/OL]. [2017-12-13]. http://www.gov.cn/zhengcecontent/2017-01/19/content_5161341.htm.
- [2] 王晓玲. 多媒体教学素材库建设的研究[D]. 大连: 辽宁师范大学, 2005.
- [3] 陈晓琴. 高职院校数字化教学资源体系的模型研究[J]. 职业技术教育, 2009, 30(14): 85-87.

- [4] 李睿. 大学英语教材辅助移动学习资源系统建设 [J]. 科技与出版, 2014(8): 107-110.
- [5] 王晨. 高校教学素材库建设探讨 [J]. 教育与职业, 2014(35): 191-192.
- [6] 孙宁, 卢春艳, 孙晨. 关于优质教学资源建设的思考 [J]. 中国电化教育, 2013(11): 91-94.
- [7] 孙曙辉, 刘邦奇, 李新义. 大数据时代智慧课堂的构建与应用 [J]. 中国信息技术教育, 2015(7): 112-114.
- [8] Liarokapis F, Anderson E. Using Augmented Reality as a Medium to Assist Teaching in Higher Education[C]//Eurographics 2010-Education Papers, 2010: 9-16.
- [9] 隗静秋. 场景革命背景下数字出版用户需求满足探析 [J]. 中国出版, 2017(4): 9-12.
- [10] Schlueter C, Shaw M J. A Strategic Framework for Developing Electronic Commerce [J]. IEEE Internet Computing, 1997, 1(6): 20-28.
- [11] 钟岑岑. 国内数字教材研究现状文献综述 [J]. 数字教育, 2016, 2(5): 12-18.
- [12] 王光玲, 宋廷山. 基于建构主义的网络教学浅论 [J]. 山东师范大学学报 (人文社会科学版), 2003(4): 136-138.
- [13] 孙曙辉, 刘邦奇. 智慧课堂 [M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2016: 7-9.
- [14] 王志刚, 余宏亮. 基础教育数字教学资源体系架构研究 [J]. 数字教育, 2016, 2(3): 1-7.

(编辑 袁博)