

“十三五”

国家重点图书出版规划项目

发布机构

中国仿真学会 3D 教育与装备专业委员会

联合发布

中国电子学会现代教育技术专业委员会



创客教育丛书
MAKER & EDUCATION

梁森山 主编

VR 与 3D 教育蓝皮书 可视化教学新进展 (2017—2018)

3D 教育核心价值:

知识可视 / 模型思维 / 深度学习



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

发布机构

中国仿真学会 3D 教育与装备专业委员会

联合发布

中国电子学会现代教育技术专业委员会

VR 教育蓝皮书
与 可视化教学新进展
3D (2017—2018)
梁森山 / 主编

人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

VR与3D教育蓝皮书：可视化教学新进展. 2017—
2018 / 梁森山主编. — 北京：人民邮电出版社，
2018.2

(创客教育)

ISBN 978-7-115-47590-9

I. ①V… II. ①梁… III. ①多媒体教学—研究报告
—中国—2017-2018 IV. ①G434

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第324352号

内 容 提 要

本书是2015年出版的《3D教育典型需求研究》和2016年出版的《3D教育蓝皮书》的延续，系统介绍3D教育理论研究成果与可视化教学实践的最新进展。

全书主要内容可以分为上下两部分。上半部分包括第1章～第3章，论述3D教育的本义、概念、内涵、外延，以及具体的学科需求，特别是3D教育核心价值（知识可视、模型思维、深度学习），结合具体的实验室配备方案，为中小学组织、开展3D教学提供坚实的理论与实践依据，更有效地促进教与学从“知识学习”转向“深度学习”。下半部分包括第4章～第6章，讲述3D教育在过去10年“从无到有”“从0到1”发展的路线图、VR与3D技术的发展路径、3D教育当前问题与困惑，希望引导大家共同思考3D教育的未来发展。

本书适合从事VR、3D技术与教育领域结合应用的研发人士，或者希望在教育领域引入VR与3D技术的教育工作者阅读。

◆ 主 编 梁森山

责任编辑 周 明

责任印制 周昇亮

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号

邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京瑞禾彩色印刷有限公司印刷

◆ 开本：690×970 1/16

印张：11.5

2018年2月第1版

字数：230千字

2018年2月北京第1次印刷

定价：69.80元

读者服务热线：(010)81055339 印装质量热线：(010)81055316

反盗版热线：(010)81055315

广告经营许可证：京东工商广登字 20170147号

编委会

顾 问：韩呼生 刘 越 刘诗海 冯俊华 樊 磊
李红印

主 编：梁森山

编 委：马 钦 翁冬冬 谢作如 汪 明 徐 州
高 勇



序

2016年吹皱的“VR元年”风，不单搅动了资本市场，也把VR与3D教育推到了前台。作为一种新的教育形态，VR与3D教育具有更加形象、直观，更容易引发学生关注并激发学习兴趣等优势，已经在欧美等发达国家引起教育工作者的重视。英国最早组织开展将3D技术应用于教育教学的研究工作，制作水平和教学实用性都比较高；西班牙、匈牙利等国家的公司也有跟进；美国公司（以Cyber Science和Z-space两家公司为代表）结合好莱坞3D电影产业，在3D人机交互和用户体验等方面大胆创新，大有后来居上之势。

前期国内也有相关公司跟进前沿的VR与3D技术在教育中的应用，但由于3D教育产业在人力、物力和财力上投入巨大，相关公司大都在小规模尝试，目前VR与3D教育相关资源和产品还无法形成有效应用和共享，企业在市场上难以获得回报，3D教育资源建设方面表现出“杂”“乱”“差”的迹象，这不利于3D教育良好生态的形成。

2017年7月8日，国务院印发《新一代人工智能发展规划》（国发〔2017〕35号），再次把虚拟现实技术纳入“建立新一代人工智能关键共性技术体系”，并提出具体要求，“重点突破虚拟对象智能行为建模技术，提升虚拟现实智能对象行为的社会性、多样性和交互逼真性，实现虚拟现实、增强现实等技术与人工智能的有机结合和高效互动。”

“VR元年”过后，VR与3D教育事业要发展，需要沉着、冷静、做好统筹工作。中国仿真学会3D教育与装备专业委员会的成立就是在尝试建设一个多方参与的公共3D教育平台，营造一个3D教育生态圈，做好3D教育行业的规划和组织协调工作，配合相关主管部门，促进相关政策和标准出台，共谋发展，有效推进3D教育的健康发展，为实现教育现代化、推进新一轮课程改革提供有益的技术支撑。

未来已来，国内VR与3D教育要紧跟国际步伐，需要早作准备，诸君共勉！

韩呼生

2017年11月

目 录

第1章 3D教育	1
1.1 本义	1
1.2 概念	3
1.3 内涵	4
1.3.1 3D建模	5
1.3.2 3D影像	5
1.4 外延	6
1.4.1 虚·VR技术	7
1.4.2 实·3D打印	7
1.4.3 合·AR/MR	8
1.5 三要素	9
1.6 核心价值	11
1.6.1 知识可视	12
1.6.2 模型思维	14
1.6.3 深度学习	16
第2章 学科需求	20
2.1 科研前沿	22
2.2 基础教育	25
2.3 数学	29
2.4 物理	31
2.5 化学	34
2.6 生物	37
2.7 地理	39
2.8 3D打印	42
2.9 3D校园	44
2.10 博物馆	45

第3章 资源方案	48
3.1 3D智能教室建设方案	48
3.1.1 3D优质教学资源	49
3.1.2 3D智能教室装备方案Ⅰ(中型)	56
3.1.3 3D智能教室装备方案Ⅱ(小型)	61
3.1.4 3D智能教室装备方案Ⅲ(大型)	62
3.2 3D地理教室建设方案	63
3.3 3D历史教室建设方案	74
3.4 VR教室方案	79
3.5 校园3D打印创客空间	83
3.5.1 课程规划	83
3.5.2 建设方案	87
3.6 AR教育	91
3.6.1 AR卡牌·点	91
3.6.2 AR书籍·串	92
3.6.3 AR游戏·面	93
3.6.4 ARKit VS. ARCore	95
3.7 可视化资源	96
3.7.1 思维导图	96
3.7.2 仟问视频	97
3.7.3 3D编程	98
3.7.4 NOBOOK实验	99
3.7.5 Chrome 3D	102
第4章 从0到1	103
4.1 路线图	103
4.1.1 3D技术·2008	105
4.1.2 3D教学·2011	106
4.1.3 3D教育·2013	108
4.1.4 蓝皮书·2016	114
4.2 再探认知	115
4.2.1 创客利器	115

4.2.2 觅得建模	116
4.2.3 破茧成蝶	117
4.2.4 右手造物	118
4.2.5 创意驱动	121
4.2.6 3个世界	121
4.2.7 国外进展	122
4.3 VR与3D教育辨析	123

第5章 0前简史 127

5.1 3D视觉	127
5.1.1 三色	127
5.1.2 前视	129
5.1.3 螳螂	130
5.2 成像	131
5.2.1 2D成像 132	
5.2.2 3D成像	135
5.3 3D电影	135
5.3.1 起点·2008	136
5.3.2 3D元年·2009	136
5.3.3 大圣归来·2015	137
5.3.4 片源为王	137
5.3.5 电视VS.电影	138
5.4 3D眼镜	139
5.4.1 色差式3D眼镜	139
5.4.2 主动快门式3D眼镜	140
5.4.3 被动偏光式3D眼镜	141
5.4.4 头戴显示器	141
5.4.5 裸眼3D	142
5.5 3D摄像头	143
5.5.1 产业	144
5.5.2 春天	145
5.6 3D网游	147
5.6.1 第1代3D网游	147

- 5.6.2 第2代3D网游 147
- 5.6.3 第3代3D网游 147
- 5.6.4 镀金时代 148
- 5.6.5 严肃游戏 148
- 5.6.6 王者归来 149
- 5.7 VR简史 149
 - 5.7.1 萌芽 150
 - 5.7.2 军工推动 151
 - 5.7.3 渐入民间 152
 - 5.7.4 厚积薄发 152
 - 5.7.5 VR元年 153
 - 5.7.6 再识VR 155

第6章 后记十问 158

- 6.1 怎样融合学科教学？ 158
- 6.2 3D教学的目标？考试/素养 158
- 6.3 何时出名师？ 158
- 6.4 3D资源稀缺是唯一问题吗？ 159
- 6.5 坚持哪些基本原则？ 159
- 6.6 如何开展3D打印教学？ 160
- 6.7 VR与3D怎样扩大规模？ 160
- 6.8 教育占VR多少份额？ 160
- 6.9 3D教育元年何时来？ 163

参考文献 164



第1章

3D 教育

2009年上映的《阿凡达》，把3D影像事业带入“3D元年”，让人不禁迁移、遐想能否“像看3D电影一样地学习”？2013年新媒体联盟（New Media Consortium）《地平线报告（基础教育版）》首次将3D打印技术列为教育领域未来4～5年内待普及的创新型技术，引发了校园开展3D打印教学的风潮。2016年被公众和大众媒体称为“VR元年”，连带着AR（Augmented Reality，增强现实）与MR（Mixed Reality，混合现实）再次进入公众和媒体视野，又一次不约而同地窥视着教育应用。教育信息化进程中的经验，使得我们不得不思考这样的问题：3D打印、VR、3D影像、AR、MR这些新概念、新技术到底给教育带来什么？它们之间到底有没有关系？如果有，那是什么样的关系？在这些名词之后，是否还遗漏了什么？

本章在2016年发布的《3D教育蓝皮书》的基础上^[1]，快速梳理3D教育的本义、概念、内涵与外延。新增一节“核心价值”是对3D教育最新的一些思考，在实际工作中，总是要回答“为什么要上VR与3D教育项目”的问题，把“知识可视化”和“模型思维”归为3D教育的“核心价值”，是通往深度学习的阶梯和捷径。

1.1 本义

自从现代哲学之父，伟大的哲学家、物理学家、数学家、生理学家笛卡尔创立三维坐标系以来，“3D”一词已经被使用了近400年，其传世名言“我思，故我在”依然在引导VR哲学思考，“3D”则在规范VR与3D技术的未来与发展。

3D是英文“Three Dimensions”的缩写，中文本义是指三维、立体、3D坐标、三维空间，也可以引申为立体的、三维的、全面的、全方位的、丰富的、全息、3D空间的、三维空间的、立体空间的、非平面的等意。3D是一个相对概念，相对于只有长和宽的2D平面而言。真实世界是3D的。

在百度词条中检索“3D”，“3D”可以构造如表1-1所示的词汇和语义，它们之间的逻辑关系可以梳理成如图1-1所示的树状图。

[1] 也可快速参考：梁森山. 3D教育的本义、概念、内涵与外延[J]. 教育与装备研究, 2017(1): 7-11.

表 1-1 3D 关键词检索结果

在百度词条中检索“3D”给出的检索结果					
3D 地图	3D 旅行	3D GIS	3D 打印	3D 打印机	3D 涂鸦笔
3D 生物打印	3D 模型	3D 展示	3D 壁画	3D 商城	3D 效果图
3D 扫描仪	3D 显示	3D 动画	3D 角色动画	3D 电视	3D 电视试验频道
3D 影像	硬屏 3D	3D 影院	3D 眼镜	裸眼 3D	3D 图片
3D 全息手机	3D 显示技术	3D 照相馆	3D 相机	3D 立体图	3D 显示器
3D 拍摄	3D 软件	3D 引擎	X3D	S3D	K-3D
Web3D	Java3D	3DS MAX	Quest 3D	中望 3D	3D 游戏
游戏引擎	3D 网游	3D 耳机	3D 大赛	3D 书	3D 电子书

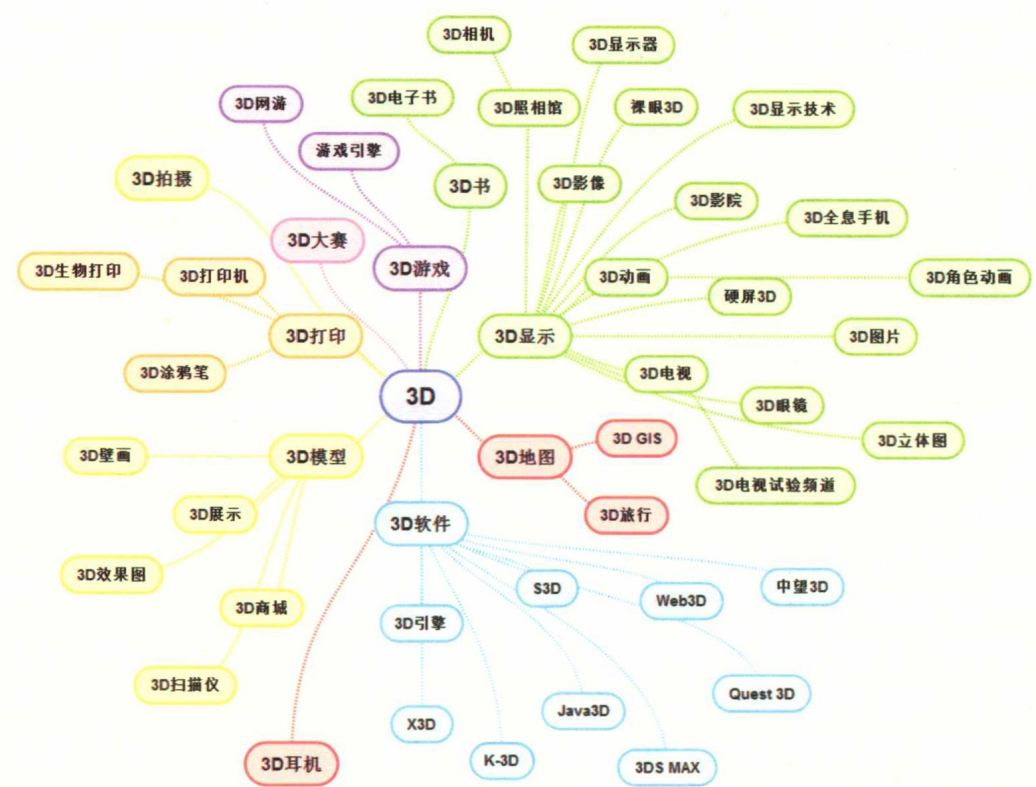


图 1-1 3D 相关词条

3D教育的本义很简单，它是一种诉诸3D技术的教育，口语也可以表述成“3D技术在教育中的应用”，是一种实用主义的直觉。3D教育的另一个方向是从教育需求看3D技术，“教学难点需求”向3D等新兴技术寻求解决问题的思路和方法。这里说的3D技术^[2]，包括3D建模、3D影像、AR、MR、VR、3D打印等。

尽管在概念上辨清3D打印、3D影像（3D图片、3D动画、3D电影）、VR、AR和MR等的区别不太容易，但是我们可以很容易找到它们共同的上位词——信息技术（IT），如图1-2所示。3D教育主要研究内容之一就是如何让3D技术成为教育信息化的助推器。

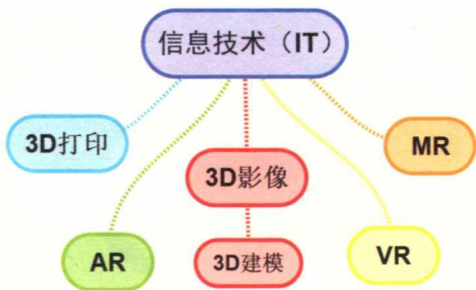


图1-2 共同的上位词：信息技术

1.2 概念

针对本章开头提出的问题，基于现阶段对3D教育的认识，2016年发布的《3D教育蓝皮书》对“3D教育”给出以下定义：

3D教育是以可视化的3D建模为基础，通过项目学习的方式，综合应用3D影像、AR、MR、VR、3D打印等3D技术，实现“从创意到实现”完整的学习与认知过程，鼓励“手脑并用”，培养学生的跨学科学习能力、团队协作能力和数字表达能力的一种创新教育。

从这个定义来看，3D教育的育人目标“培养学生的跨学科学习能力、团队协作能力和数字表达能力”具有典型的深度学习特征。

3D模型和3D建模是3D教育的学习、认知基础和精髓。3D教育是3D建模、3D影像、AR、MR、VR、3D打印等3D技术、方法和思想应用于教育教学领域的总和，是3D技术在教育行业的具体应用。

3D教学通常利用3D技术模拟难以讲解的教学场景，对于在现实生活中无法观察到的自然现象或事物的变化过程，以及一些不可能出现的场景（如金字塔是如何建成的、晶体的内部结构、天体形成等），以3D的形式呈现，为学生创设一个情景化的学习环境，多维

[2] 梁雪玲. 带你全面了解3D技术[J]. 电子世界, 2010(12): 58-59.

度呈现学习内容，调动学生视觉、听觉、动觉等多感官参与，让学生们感受到极强的逼真感，使抽象的概念和理论更加直观、形象。并且在3D教室中学生可以放心地进行各种（物理、化学、生物）练习（如爆炸、化学反应、青蛙解剖等），不必担心由于操作失误而带来各种危险。以上这些传统教育的难点正是3D教育的优势所在，3D教育形象、直观、可交互性强、评价多元化等特点能够满足上述教育需求。

只有把3D教育下沉到建模和建模思维的训练，才能体现3D教育的创造力，纷繁芜杂的3D技术才能找到共同的根基。把3D教育下沉到3D建模之后（见图1-3），3D教育的内容和目标也会更加清晰，模型思维和建模能力的培养才是3D教育的目标和方向。

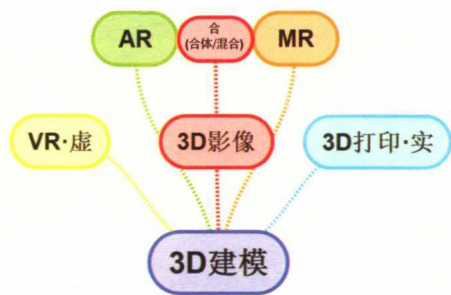


图1-3 基于“3D建模”的3D教育概念

3D教育以3D建模和3D影像为内核，再加上VR技术、AR技术、MR技术和3D打印为外延，构成了在技术上的具体实现路径。

1.3 内涵

3D建模和3D影像在教育行业的具体应用构成了3D教育的内涵。同时，作为3D教育资源的“3D建模”和“3D影像”还具备知识“可视化”的品性（参见图1-4）。

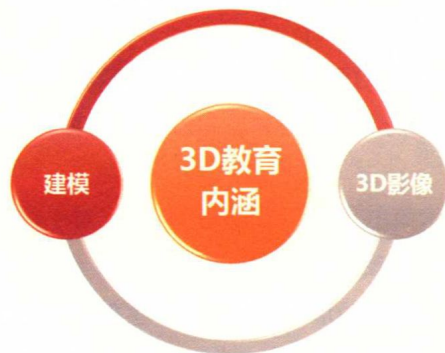


图1-4 3D教育内涵

内涵涉及3D教育的本质。3D技术在教育领域的具体应用，不足以在教育理论层面上站得住脚，唯有把3D教育下沉到对学生的“思维训练”和“能力培养”，才能找到3D教育的特质、属性和目标（见图1-5）。这里提出的“思维训练”和“能力培养”就是“模型思维”和“建模能力”。本书第4章会讲述“觅得建模”的心路历程，着急的读者可以快进到相关章节。

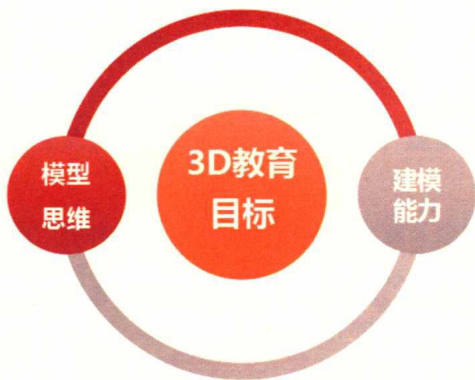


图1-5 3D教育目标“模型思维与建模能力”

1.3.1 3D建模

建模就是建立模型，就是为了理解事物而对事物做出的一种抽象，是对事物的一种无歧义的书面描述。3D建模通俗来讲就是使用3D制作软件通过虚拟3D空间构建出具有3D数据的模型。3D建模是3D技术的核心，也是3D教育的核心内容。3D建模离不开数学建模，必须以必要的数学建模和几何建模为基础。目前物体的建模方法，大体上有3种：第一种方式是利用3D软件建模，第二种方式是通过仪器设备测量建模，第三种方式是利用图像或者视频来建模。

1.3.2 3D影像

3D影像力图呈现给观众一种“临境”的视觉环境与身心体验环境，这种体验的深度超乎想象。它可以与“真实”完全一致，也可以经过处理而成为“超现实”的“真实”，更可以是虚拟出来的“真实”。后两者的“真实”更有利于学习者的聚焦。同时，3D影像还可以兼有VR的实时操作交互、多感官输入信息的认知交互、全身心体验的情感交互。而交互是一种广泛而重要的学习方式，是心理加工或建构过程的重要“输入”。正是3D影像这种全方位的交互性，加之真实的沉浸感，所需装置的简洁性和在显示方面相对较低的成本，使得3D影像相对于3D动画和VR更具整体优势，在教育教学中，甚至课堂教学中，

使得“深度学习”与认知成为可能的操作方式，为教与学带来前所未有的新境界，也更具广泛应用的潜力。

中小学阶段，针对学生的模型思维训练和建模能力培养，都是典型的深度学习。

1.4 外延

3D教育的内涵构成3D教育的主体，是3D教育的主要研究方向，反映了教育对技术的主体需求。3D教育的外延是对3D教育的内涵的有益补充和扩展，特征更明显，反映的教育需求更有个性，更有针对性。3D教育的外延包括3D打印、VR、AR、MR等技术在教学中的应用，如图1-6所示。

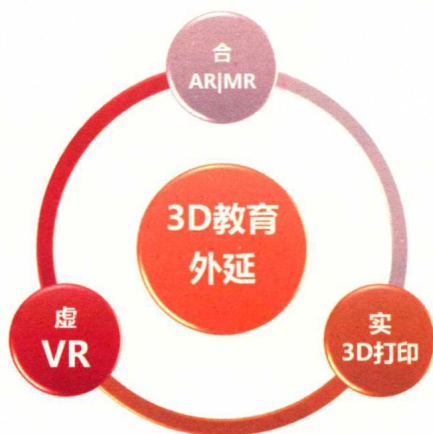


图1-6 3D教育外延

在对3D教育外延的设计中，引入了“虚”和“实”的观察维度，3D打印通往“实”（实体制造），VR的目标是“虚”（虚拟现实），AR和MR处于“虚”和“实”结合的中间地带，如图1-6所示。

3D教育理论建设过程中，最艰难的工作就是，如何把3D打印纳入3D教育的体系范畴内。毕竟3D打印和VR是如此的不同，在教学层面更是风马牛不相及，但是，毕竟3D打印中含着“3D”这个词，其内部必有关联，这种内部、底层的关联，正是上一节提出的“模型思想”和“建模能力”，在3D打印的教学过程中，有时也冠以“设计思维”的名号。

3D打印的核心在于“3D设计”和“3D建模能力”，具体的打印过程和技术，不过是“术”而已，是建模成果的一种输出形式，除了3D打印这种形式之外，还可以输出到VR场景与3D电影等。技术可以随时更新换代，模型思维的训练和建模能力的培养，才是教育之“道”。

1.4.1 虚·VR技术

VR在营造3D教育“虚”化的边缘,其创设的“自主学习”的环境,由传统的“以教促学”的学习方式代之为学习者通过自身与信息环境的相互作用来得到知识、技能的新型学习方式。VR技术能够通过多感官交互,为学生提供生动、逼真的学习环境,学生能够成为虚拟环境的一名参与者,在虚拟环境中扮演一个角色,这对调动学生的学习积极性,突破教学的重点、难点,培养学生的技能都将起到积极的作用。

行为主义理论认为,学习就是刺激与反应之间的联合。根据这个理论,运用VR技术可以让学习者在运动训练真实环境的模拟中不断接受环境的刺激,不断地尝试与错误,最终达到由感性认知上升到理性认识的目的。比起真实环境,虚拟现实打破了时间与空间的限制。

建构主义学习理论认为“情境”“协作”“会话”和“意义建构”是学习环境中的四大要素或四大属性。虚拟现实技术为建构主义理论提供了其要求的学习环境,使得学习者能够主动利用VR系统进行自主学习,自主选择学习内容和时间等,因此它符合建构主义理论以学为中心的思想。

1.4.2 实·3D打印

与VR营造出的“虚”(虚拟)相对应,3D打印代表着3D教育“实”(实体)的部分。其标志性特征是可以快速遍历“从创意到实现”的完整心理学过程,是天然的、就在身边的、为数不多的深度学习范例。

3D打印技术本质上是一种增量制造方式,其实已经问世将近30年,一直游离在人们的视线之外,直到近几年它的专利和价格壁垒被打破才频繁地出现在公众的视野中。目前绝大多数校园创客空间建设方案中,3D打印机都是必选的工具。因为创客关注“造物”,没有比3D打印机更便于“造物”了。自从RepRap 3D打印机项目开源后,一些动手能力较强的老师,都开始自己设计、制作3D打印机了,如山东淄博的于方军老师团队,他们不仅自己做普通的3D打印机,还鼓捣出国内首创的陶泥打印机来。

即将发布的《普通高中信息技术课程标准》把《三维设计与创意》纳入选择性必修模块,强调三维设计作为一种立体化、形象化的新兴设计方法,已经成为新一代数字化、虚拟化、智能化设计平台的重要基础。三维设计方法的学习与应用,既有利于培养学生的空间想象能力,也有利于发展学生科学、技术、工程、人文艺术、数学(STEAM教育)等学科综合性的思维能力。

基于3D打印的教学活动实现了从“做中学”“造中学”到“玩中学”的转变。学习者使用3D打印机打印物体获得了有目的的直接经验;应用建模软件制作3D打印模型可以获

得设计的经验。这些具体经验对学习者的学习提供了直接的感性认识。3D打印作品通过演示和展览等方式，使学习者获得“观察的经验”，实现学习者在学习过程中的深度参与，从而改善教学效果。3D打印将抽象概念和设计引入现实世界，对教学内容中的某些抽象概念或科学过程进行可视化展现，能够更好地发挥“抽象的经验”在学习中的作用，使学习者获得更多的认知体验和高阶思维能力。

从教与学理论角度来看，3D打印为教与学提供了新的媒介形式，创设了新的教学方式。基于3D打印技术的教学使学生完整经历了从创意、设计、建模、打印到造物的5个过程（见图1-7）。因此，3D打印能够较好地体现帮助学习者获取学习经验和认知体验，促进学习者立体化地获取和理解知识，拓展创造性思维。

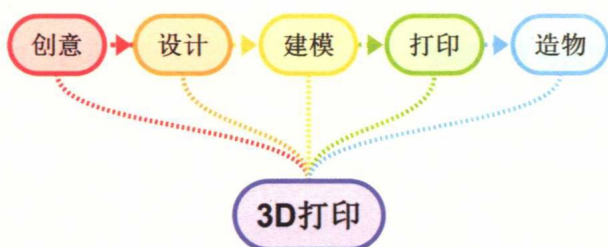


图1-7 3D打印教学的认知心理过程

1.4.3 合·AR/MR

在VR的“虚”和3D打印的“实”之间，有一虚实结合“合”的跨通地带，这就是AR和MR，起到沟通“虚”“实”的桥梁作用。“从虚到实”和“从实到虚”两重边界是最具活力的边界地带（见图1-8），也是市场化最有可能取得成功的地方。2017年，科技巨头都在做技术储备和前期部署，苹果推出了ARKit，谷歌紧跟其后推出ARCore，微软则在规划MR之Hololens系列。

VR的主要科学问题包括建模方法、表现技术、人机交互及设备这三大类，但目前普遍存在建模工作量大、模拟成本高、与现实世界匹配程度不够以及可信度等方面的问题。针对这些问题，已经出现了多种VR增强技术，将虚拟环境与现实环境进行匹配合成以实现增强，其中将3D虚拟对象叠加到真实世界显示的技术称为AR，将真实对象的信息叠加到虚拟环境绘制的技术称为MR。这两类技术可以形象化地分别描述为“实中有虚”和“虚中有实”。AR和MR通过真实世界和虚拟环境的合成降低了3D建模的工作量，借助真实场景及实物提高了用户体验感和可信度，促进了VR技术的进一步发展。