

# 4D 打印技术在特殊教育中的应用展望

唐 静, 杨 柳

(西南大学 教育学部, 重庆 北碚 400715)

**摘要:** 4D 打印技术虽处于研发阶段, 尚未广泛普及, 但应用前景十分可观。基于特殊教育教学对象的特殊性, 将 4D 打印技术应用于特殊教育教学, 能够实现“四维”动态教学、智能教学空间、灵动创新教具、双向主体沉浸式互动学习, 激发特殊儿童的学习兴趣, 构建参与式互动教学模式, 提升特殊教育教学效果, 为特殊教育事业带来新的发展机遇。

**关键词:** 4D 打印技术; 特殊教育; 特殊儿童; 动态教学; 教学效果; 技术应用

**中图分类号:** G760 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5639 (2019) 05-0048-05

**DOI:** 10.14091/j.cnki.kmxyxb.2019.05.009

## The Application Prospect of 4D Printing Technology in Special Education

TANG Jing, YANG Liu

(College of Education, Southwest University, Beibei, Chongqing, China 400715)

**Abstract:** Although 4D printing technology is still under research and development, its prospect of wide application is being visibly expected. On the basis of particularity of the special education objects, application of 4D printing technology to teaching practice of special education could make more possible the “four dimensional” dynamic teaching, space of intelligent teaching, flexible innovation of teaching aids, deeply immersive interactive learning between teachers and students, and therefrom arousing the exceptional children’s learning interest, formulating a participatory interaction teaching mode, improving teaching effect in special education, and hence bringing in new opportunities for the cause of special education.

**Key words:** 4D printing technology; special education; exceptional children; dynamic teaching; teaching effect; technology application

### 一、引言

随着时代的发展, 人们的学习方式发生了巨大的变化, 由被动学习逐渐转变为主动学习、终身学习。信息技术不断涌入人们的生活, 人类随即也迎来了以“智能制造”领航的第四次工业革命。科学技术正改变着人们工作、生活的方方面面, 包括交流方式、思维方式以及价值观念等, 未来甚至会改变人类的生产方式以及一切社会关系。<sup>[1]</sup> 在以人为本的教育领域, 利用新兴技术创新各类教育人才

的培养模式, 在变革教育教学方法的同时转变学习方式, 推进形成智能与交互式学习为特征的新型教育体系成为当前研究的热点话题。<sup>[2]</sup> 《国家中长期教育改革和发展规划纲要 (2010—2020 年)》指出, 要充分利用现有的优质资源及国际先进技术, 创新运行机制和管理模式, 以实现技术对教育的革命性影响。<sup>[3]</sup> 在特殊教育领域, 特殊儿童的抽象思维能力较弱、注意力难以保持长时间集中等认知特点严重影响其学习效果, 这种特殊的认知特点也决定了采用形象、直观、立体的教具更加符合他们的

收稿日期: 2019-07-02

**基金项目:** 中央高校基本科研业务费专项资金资助项目“全纳背景下中美残疾人教育的比较研究”(SWU1709242); 西南大学科研基金资助项目“继续教育质量国际比较研究”(2018291075)。

**作者简介:** 唐静 (1994—), 女, 吉林白山人, 硕士研究生, 主要从事特殊教育原理与辅助技术等研究; 杨柳 (1971—), 女, 四川大竹人, 副教授, 博士, 主要从事特殊教育原理、全纳教育等研究。

身心发展规律以及学习特点。4D 打印技术运用智能的可编程材料作为打印原料,设计者通过输入预定程序,以智能材料为媒介制作出立体教具,将事物初始状态直到长大成形的动态过程直观地演绎出来,这有助于特殊儿童对知识的理解与学习,激发学习兴趣。本文从4D打印技术的原理层面剖析4D打印技术的内涵及其优势,探讨其在特殊教育领域中应用的可行性,分析并展望未来智能技术带给特殊教育的改变和发展机遇。

## 二、4D 打印技术的缘起及其发展

### (一) 内涵

2013年,美国麻省理工学院(MIT)自动化实验室的创始人Tibbitts首次提出了4D打印的概念,他认为4D打印技术就像在打印材料中植入了智慧,运用该项技术不仅能打印出自己设计的产品,还能使得产品不再是单一概念下的物体,而是能够发展、进化的。<sup>[4]</sup>不同于3D打印,4D打印技术增加了时间维度,用于4D打印的智能材料结构能够随时间而变化,三维实体结构也不再是静态、无生命的,而是一个可以随外部环境的改变产生相应变化的智能对象。因此,4D打印技术是指用可编程物质(通常为智能复合材料)作为打印材料,通过3D打印创建三维对象,打印出的物体可以在受到预定刺激(如遇水、冷却或通电、光照、加热、加压)后,实现物理属性(如结构、形态、体积、密度、色彩、亮度、弹性、硬度、导电性、电磁特性和光学特性等)及功能的自我转换,<sup>[5-6]</sup>其具有自动折叠、可二次变形的特点。

### (二) 研究现状

目前,4D打印技术尚处于初级阶段,发展还不成熟,未被广泛应用,但已有研究者在生物、服饰等领域展开探索。在生物方面,加拿大阿尔伯塔大学的Ingenuity实验室于2017年12月宣布,将现有的3D打印设备与程序设置相结合,制造出了一种由天然蛋白质和水凝胶材料组成的全新的叶状4D打印结构,这种4D打印“叶子”是一种特殊的树脂材料打印而成的,由银纳米颗粒、碳纳米管和蛋白质膜混合而成的特殊树脂材料能够对不同的

环境和刺激做出物理反应,是“叶子”实现二次态成型的物理基础。当这片“叶子”浸入水中并暴露在紫外线下时,材料自身就会与水反应,分解水分子并产生氢气。研究人员认为,对叶状4D打印结构的研究将成为人体器官移植领域的重大突破。简言之,4D打印的水凝胶叶片标志着人类对于3D生物打印器官的研究实现了质的飞跃。<sup>[7]</sup>在服饰方面,美国科技设计公司“Nervous System”研发出了一种可使用4D打印技术制造的弹性织物,并运用这种弹性贴身布料设计并制作出了世界上第一条“4D裙”。这条“4D裙”由2279个三角形和3316个相扣的织物纤维接缝制成,任何身材特点的女性均可随意穿着,完美地解决了穿戴者不合身的问题。<sup>[8]</sup>同时,在打印材料方面,研究者探索出了智能材料之外的新技术。2018年9月,中国香港城市大学吕坚教授和他的研究团队首次实现了陶瓷4D打印,这项新技术有望应用于太空探索、电子产品和航空发动机制造等领域。<sup>[9]</sup>4D打印技术的潜力正在不断被人类发掘,其直观化、形象化、动态化的特性也为特殊儿童的教学带来了重大机遇,将4D打印这项前沿技术引入特殊教育领域,有助于特殊儿童突破认知上的局限,更好地提升学习效果。

## 三、4D 打印技术在特殊教育中的应用

### (一) 转变教学方式,激发特殊儿童的学习兴趣

传统的教学方式是讲授法与演示法相结合,穿插PPT幻灯片及一些形象、生动的教学视频,教学方法单一,缺乏师生互动,学生对教师具有很强的依赖性。<sup>[10]</sup>而现代教育提出在学生素质培养方面应以增进学生自主思考为主,进行数学的、语言的、理性的、逻辑的、分析的、计算的和符号的抽象思维教育,要着重开发学生的想象力,进行情景模拟、空间感知、抽象图形、立体直观的形象思维教育,培养创造型、创新型人才。<sup>[11]</sup>4D打印技术的引进将改变特殊教育教师的教学方式。由于特殊教育的对象与普通儿童相比具有独特性,他们对于教学方式以及教师自身素质的要求更高,因此需要运用更加有针对性、有效的策略来组织教学。将先进的4D打

印技术应用于特殊教育中,可更加便捷地针对特殊儿童的不同特点与学习需求制作出适合他们的教具,进而满足不同儿童的兴趣需要。与传统的教学方式相结合,4D打印技术的引进能调动特殊儿童学习的积极性,从而激发其学习兴趣;遵循从“做中学”的教育理念,在不断体验变化的过程中学习,让特殊儿童获得课堂的参与感,而非“局外人”。

#### (二) 改变学习方式,变被动接受为主动学习

在特殊教育领域,课堂的学习方式以教师讲授、学生倾听为主。但大部分特殊儿童由于其身心存在缺陷,在课堂中学习方式单一且较为被动,学习兴致不高且效率低下。同时,由于特殊儿童认知发展水平与普通儿童相比存在差距,持续注意时间较短,在注意力的发展上存在某种程度的缺陷,<sup>[12]</sup>传统课堂的教学模式有时又易使教学枯燥无味,此时,教师应该设置多种新颖的教学形式。例如:培智学校的儿童对于视觉注意以及触摸学习的教学效果要优于其他教学方式,在课堂上播放视频或图片,在此基础上增加实物教学的效果要更优于传统教学。4D打印技术通过丰富教学形式,形象化教具,让学生对教具及学具感兴趣,进而改变学生被动接受知识的局面,使其乐于求知,主动学习,让特殊儿童对学习产生更多的主动性,给特殊教育教学带来了福音。

#### (三) 改善师生关系,特殊儿童与教师关系更加融洽

教育活动的开展需要师生共同参与。教师与学生都是能动的主体,因而教育活动是一种双边活动,主体间是相互影响、相互作用的。在长期互动中,教师与学生形成了变化和发展的师生关系。简言之,师生间没有互动,无法构建师生关系,教育活动便不存在,因此,良好师生关系的构建作为教育教学的一种背景和环境保障着教学的顺利开展。<sup>[13]</sup>4D打印技术需要师生沟通与交流,共同编程并制作教具。教师需要了解每位学生的学习需求以及学习特点,制定难度不一的编程方案,让学生参与到编程过程中,他们不再是“高高在上”地俯视学生,而是“弯下腰来”与学生共同探讨,创造出优质的课程与教学材料。特殊教育不再是“孤军奋战”,而是教师运用4D打印技术打印出的

教具,观察智能材料在预定刺激下产生的变化,引导学生主动求知,让师生在互动中共同参与完成教学任务,拉近两者之间的距离,使教与学的过程更加顺利地实现,增进儿童与教师间的情感联结。

### 四、将4D打印技术应用于特殊教育的展望

#### (一) “四维”动态教学

“四维”,即是在“三维”的基础上增加了一条时间轴。因此,“四维”与4D打印技术的概念不谋而合。物体不再是三维世界中静止的事物,而是通过设定程序随时间变化而不断改变,是动态的。在这个过程中,可以将传统三维实物无法实现的教学通过4D打印技术呈现出来。基于4D打印技术制作的教学资源可以模拟课堂上难以讲解的教学场景,多角度地呈现教学内容,有效调动学生视觉、听觉、触觉、动觉等多感官共同参与,使学习环境情景化,让学生身临其境,拥有极强的临场感。<sup>[14]</sup><sup>34</sup>4D打印制作出的物体具有“四维”动态性,教师若运用该项技术,使模型在受到某种预定刺激后产生形态变化,将“变化”与课堂教学内容相结合,可以调动学生学习的积极性与主动性,提升教师课堂教学效果。4D打印技术沿袭了3D打印的优势,可以迅速、便捷地通过技术打印机的形式打印出自己需要的实物,多角度、多形式地展现同一物体。如,植物的生长往往是一个动态、长期的过程,传统教学中只是让学生观看图片、视频,或是让学生自己动手去种植,学习效果并不理想。对特殊儿童而言,他们在视觉记忆方面具有一定的优势,但仍以机械记忆为主。记忆的特殊性使得特殊儿童对事物无法直观地理解并感知,如果运用的教学方法过于抽象就会使教学浮于表面,流于形式。同时,有些植物从发芽、开花到结果的成长周期长,学生学习以及教师教学的进度被延滞。加之有的学生动手能力较弱,无法实际跟随教师及同伴去种植,因此,参与感的下降使得学生的学习效果未能达到理想水平。采用4D打印技术可以事先编好程序,让植物在适宜的温度及湿度下迅速生长,每位特殊儿童都可以直观地看到植物的生长变化过程,有效地吸引特殊儿童的注意力,提升课堂教学效果。对于盲童而言,“四维”教具可以将原

本虚拟的智能化教学产品由虚幻转换为现实, 实现教具实体化, 让他们触摸到逼真的物体形象, 感知事物真实的存在, 将触觉、听觉等多感官结合, 提高学习效率, 增强其对事物的理解。

## (二) 智能教学空间

儿童在学校开展的学习不能脱离教室的物理环境。然而, 有研究者对学校物理环境特征进行探究时发现: 鲜有研究对学校的墙面颜色、照明、声学、垂直空间等与教学密切相关的因素给予关注并进行开发设计。儿童是积极的观察者, 他们在环境中发现、探索、吸收信息的同时辨别物体, 用自己的方式获得广泛存在于环境中的丰富的信息资源。因此, 学习不能脱离自身发生的物理环境。<sup>[14]10-19</sup> 4D 打印技术将使学校物理环境更加人性化的同时体现师生的交互性以及教学空间的趣味性。

由于 4D 打印技术所使用的材料具有可折叠、变形以及智能化编程等特点, 因此, 利用 4D 打印技术, 可将师生的教学互动空间变得更加舒适、多样化的同时将学习泛在化。首先, 教室环境应是让师生感到愉悦、舒适的, 良好教学环境的创设得益于清新的空气, 4D 打印技术可以运用智能材料提前编程, 根据教室中空气的温度、湿度、二氧化碳的浓度以及氧气含量等的不同自动调整墙体的缝隙, 使教室能够实现自主换气, 为儿童营造良好的学习环境。其次, 教室物理环境的创设应讲求时效性。根据不同时期课程主题以及课程目标的多样性布置教室, 让特殊儿童在潜移默化中感知课程。如, 本周的学习目标是“认识瓜类”, 在制作西瓜、南瓜、丝瓜等 4D 教具的同时可以将墙体、桌子、椅子等变换成瓜类的图案, 让特殊儿童不断地重复指认, 增强对事物的认识。此外, 让特殊儿童体验到生态化的教学环境, 使墙体可以呼吸, 能随季节变化色彩。夏季呈现出蓝色、浅绿色等, 使特殊儿童感觉不那么闷热、烦躁; 冬季可以呈现一些暖色调, 如米黄色, 给儿童一种舒适感和温暖感; 秋天的墙体则可以出现一些落叶和庄稼丰收的场景, 让特殊儿童在潜移默化中感知四季变化的同时了解每个季节变换的特征, 在愉悦的环境中无意识地获取知识。最后, 特殊教育与普通教育的课堂相比更重要的是要调动特殊儿童学习的积极性, 因

此, 首要的教学任务是保持教学空间的趣味性, 故而对于教室的布置应充满童趣, 但在课堂上为了避免室内布置吸引儿童注意力, 可对智能材料预先编程, 上课时则恢复课堂的教学空间设置。

## (三) 创新课程实践

当前素质教育理念倡导培养儿童的想象力与创造力, 近年来兴起的创造教育教学模式的最终目的即是如此。创造教育在关注科技、数学等学科知识的同时, 还将艺术、设计和人文科学与教育进行整合, 将艺术教育融入特殊儿童的教学。这种学科间的全新建构模式不仅可以增强学习兴趣, 还可以使得特殊儿童拥有广泛的兴趣爱好, 有利于增进其与同伴的沟通交往, 满足精神文化需求, 为今后更好地融入社会打下基础。4D 打印技术的应用将为创新课程的实践提供更多的可能。

4D 打印技术的亮点在于可预先编辑状态发生改变的条件以及物体变形后的形态, 对发展儿童的动手能力、想象思维能力等大有裨益。将 4D 打印技术应用于开发特殊儿童的想象力与创造力, 可以使原本抽象的教学概念更易被理解。同时, 特殊儿童对科学、数学尤其是工程和设计创意的兴趣更易被激发。4D 打印技术让儿童天马行空的想象成为现实, 在编程制作的过程中, 特殊儿童的创新意识得到培养, 创新实践得到鼓励。特殊教育学校结合 4D 打印技术, 还可以开设建模软件、编程软件操作与应用等课程, 发展特殊儿童立体空间思维和编程素养, 让他们在学习的过程中体验到思考的魅力与动手的乐趣。在对 4D 打印物体进行触摸、感知动态变形组装的过程中, 可以创建一种新型的学习通道。在打印主题的选择上应关注社会现实、贴近社会生活, 这样可以培养特殊儿童利用新兴技术解决生活中遇到的实际问题的能力, 让儿童在将创意转化为实物的过程中理解和完善相应的学科知识体系, 灵活运用多种学科知识, 学会跨学科解决问题, 增强逻辑创新思维和科学实践的能力。

## (四) 双向参与学习

双向, 即构建以教师与学生为中心的双向主体教学模式。以教师为主体的教学结构将被重塑, 未来的课堂将是以教与学双向为主体的新格局。特殊

教育课堂教学强调师生互动,教师要对儿童按照障碍类别及掌握知识的程度分层次进行教学。引进 4D 打印技术将使教学化繁为简,在突出学科教学特点的同时使教师教学更简单化,学生学习更具趣味性,激活双向主体的参与式互动教学模式。由于特殊儿童的形象思维能力优于抽象思维能力,因此,直观、立体的教具教学效果更优。在生活数学、生活语文、音乐、美术、生活自理等特殊教育课堂上可以结合各学科的需要制作出可二次成型的教具进行重复利用,在避免资源浪费的同时缩减了教具的存放空间。如,在生活数学课堂中,教师在教授图形时需要同时携带多种教具,4D 打印技术可通过编程,使智能材料受到预定刺激后进行变形,此时,一种智能教具即可满足师生的需要。

参与学习,即提供给学习者一种环境,通过视觉、听觉、触觉等多种感官进行模拟的方式,使学习者仿佛置身于真实环境之中。沉浸式参与最重要的是要激活学习者的身体图式,使其有真实的参与感,其中“真实”又包括语言文字、图像、场景等的真实性。目前,最常用的方法是虚拟现实技术,即利用计算机语言模拟三维的虚拟环境,给使用者感官模拟,让使用者沉浸于计算机程序虚构出的幻境之中,与三维空间中的情境进行互动。但虚拟现实技术设备成本较高,程序语言的编制较为专业化,非计算机从业人员难以实现。与虚拟现实技术相比,4D 打印技术产生的物品是真实存在的,且制作出的教具可根据课题的不同进行变换,多次使用,让特殊儿童置身于真实的情境中,增强其参与感,提升自主学习能力。与虚拟现实技术相似,4D 打印技术也可以模拟教学情境,提升特殊儿童课堂学习中的具身情感性,在利用 4D 打印技术模拟场景时可以鼓励儿童描述眼前的景象,丰富特殊儿童词汇,增强其语言表达能力。

## 五、结语

目前,我国特殊教育事业正处于快速发展阶段,但尚未对现有的教育资源进行充分利用。先进的技术为特殊儿童带来的不仅仅是优质的教育资源、创新的教学方法、新颖的教育理念,更为特殊教育事业的发展带来了希望。将 4D 打印技术的理

念应用于特殊教育教学中无疑是一次革命性的突破,其广阔的应用空间和发展前景将对科技以及教育革命产生重大的影响。4D 打印可二次成型以及可编程性为特殊教育带来了全新的教学和学习模式,将技术与教育融合也必将推动学科教学的发展,期待未来科技为特殊教育领域带来更多可能性。

## 〔参考文献〕

- [1] 克劳斯·施瓦布. 第四次工业革命 [M]. 李菁,译. 北京: 中信出版社, 2016: 4.
- [2] 国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知 [EB/OL]. [2017-08-20]. [http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content\\_5211996.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm).
- [3] 国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020 年) [EB/OL]. [2017-07-29]. [http://old.moe.gov.cn/publicfiles/business/htmlfiles/moe/info\\_list/201407/xxgk\\_171904.html](http://old.moe.gov.cn/publicfiles/business/htmlfiles/moe/info_list/201407/xxgk_171904.html).
- [4] 百度百科. 4D 打印技术 [EB/OL]. [2018-08-10]. <https://baike.baidu.com/item/4D打印技术/6887342?fr=aladdin>.
- [5] GE H, JERRY Qi, MARTIN L. Active materials by four - dimension printing [J]. Applied Physics Letters, 2013 (103): 131-132.
- [6] 吕召鹏, 方胜. 即将到来的 4D 打印 [J]. 防务视点, 2014 (8): 60-61.
- [7] 刘屹, 环朱丽. 4D 打印的发展现状与应用前景 [J]. 新材料产业, 2018 (1): 61-64.
- [8] 昌进, 李心. 创意产品的 4D 打印研究 [J]. 包装世界, 2018 (3): 18-20.
- [9] 王海荣. 这种陶瓷会伸缩变形 [N]. 深圳商报, 2018-9-16 (A04).
- [10] 于亚军. 基于研究生学思结合能力提升的课堂教学模式探索: 以“生问生答”式翻转课堂为例 [J]. 教育现代化, 2019, 6 (55): 51-52.
- [11] 童爱红, 蔚红艳. 校园网应用技术 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2005: 242.
- [12] 张茂林, 杜晓新. 特殊儿童认知训练 [M]. 南京: 南京师范大学出版社, 2015: 99-102.
- [13] 王旭东. 师生关系的理论和实践 [M]. 南宁: 广西教育出版社, 2006: 1.
- [14] NUIKKINEN K. Learning spaces: How they meet evolving educational needs [M] // KASVIO M. The best school in the world: Seven Finnish examples from the 21st century. Helsinki: Art - Print Oy. 2011.