

房地产业 3D 技术动向与发展趋势

■恩里克·莫诺 教授 佛瑞斯特研究院首席顾问



(上接 02 版)

二、3D 房地产技术动向

3D 打印(3Dprinting)是制造业领域正在迅速发展的全新形式,被称为“具有第四次工业革命意义的制造技术”。作为全新的高新技术,3D 打印建筑综合应用了 caD/cam 技术、激光技术、光化学以及材料科学等诸多方面的技术和知识,让产品的设计、建筑设计、艺术设计、工业设计等领域的设计者,方便快捷地获得全彩色实物模型展会,便于重新修定 caD 设计模型,节省了为错误设计制造出来的装备费用和研制时间。运用该技术进行房屋建筑的主要流程是:应用计算机软件,设计出立体的加工样式,然后通过特定的成型设备(俗称“3D 打印机”),用液化、粉末化、丝化的固体材料逐层“打印”出产品。

3D 打印是“增材制造”(aDditivemanu-facturing)的主要实现形式。“增材制造”的理念区别于传统的“去除型”制造。传统数控制造一般是在原材料基础上,使用切割、磨削、腐蚀、熔融等办法,去除多余部分,得到零部件,再以拼装、焊接等方法组合成最终产品。而“增材制造”与之截然不同,无需原型和模具,就能直接根据计算机图形数据,通过增加材料的方法生成任何形状的物体,简化产品的制造程序,缩短产品的研制周期,提高效率并降低成本。

迄今为止,用于 3D 打印建筑的“增材制造”形式有多种多样,目前把材料进行 3D 打印建筑固化的方式有多种:一是紫外熔融、激光烧结和真空电熔等内喷叠、内外喷叠方式。即使用打印机喷头将一层极薄的液态塑料物质喷涂在铸模托盘上,此涂层然后被置于紫外线下进行处理。之后铸模托盘下降极小的距离,以供下一层堆叠上来。二是熔积成型方式。整个流程是在喷头内熔化塑料,然后通过沉积塑料纤维的方式才成为薄层。三是激光烧结塑料。以粉末微粒作为打印介质。粉末微粒被喷撒在铸模托盘上形成一层极薄的粉末层,熔铸成指定形状,然后由喷出的液态粘合剂进行固化。四是真空电熔方式。这是利用真空中的电子流熔化粉末微粒,当遇到包含孔洞及悬臂这样的复杂结构时,介质中就需要加入凝胶剂或其他物质以提供支撑或用来占据空间。这部分粉末不会被熔铸,最后只需用水或气流冲洗掉支撑物便可形成孔隙。用于 3D 打印建筑的介质也是种类多样,从繁多的各种塑料到金属、陶瓷以及橡胶类物质;有些打印机还能结合不同介质,令打印出来的房屋构件一头坚硬而另一头柔软。若是从各种技术的成本来看,“熔融沉积”是整体成本最低的,因而普及度最高。

3D 打印无疑是颇具创造性的产业新技术,尤其是对于建筑设计领域具有重大意义,能够帮助设计师们更简单方便地制造设计房屋楼宇原型。除了 Stratasy 公司于 1980 年中期发明最早的 3D—FDM 打印技术外,目前国外在房地产业开发并利用了 3D 新技术与 3D 打印新设备主要有:

3D—Layered manufacturing 技术。为使遭受灾害袭击的地区能够迅速制造紧急住房,法国南特大学的开发研究团队 INNO-Print3D 正在致力于解决这类问题。现在,以法国国家工程科学院士班诺·特尤教授为首的 INNOPrint3D 研究团队已经开发出制造紧急住房的“3D—Layered manufacturing(分层制造)技术”。应用该技术的工作流程十分简单:首先,把计算机辅助设计(CAD)的图纸发送给巨大的 3D—Layered manufacturing 打印机;然后,3D 打印机通过一个可移动的喷嘴从铺设地基开始,一层层地把墙体、梁柱、地板、天花板以及电气、管道、通信甚至更高级的东西叠加起来,与传统的建造过程相类似。这台巨大的 3D 打印机具有多种功能,只要 CAD 图样画得清楚,不但能打印大型块状建筑物,而且可以保证打印完后留有装配环扣与孔洞,可以供房屋快速安装,以及让电线、门和窗户安放进去。据特尤教授介绍,采用 3D—Layered manufacturing 技术,可以在 12 小时内用所有的支架和设备直接“打印”出一套 500~800 平方米的成套房屋,而成本则不到传统方法的 30%。这项经历了数年研发的 3D 建筑技术已经在 2015 年 6 月的“国际新绿色建筑(ITNGB)会展上成功展示,由于使用的建造材料混合了混凝土和纤维聚合物,因此比传统混凝土抗压能力更强。测试结果表明,每平方米可抵抗 10000 磅的压力,可以应用于建造包括廉价房和豪华住宅在内的任何样式的居住房。

3D—Contour Crafting 技术。为了帮助全世界大约 10 亿急需改善住房条件的人提供足够住房,美国南加州大学工业与系统工程教授比尔·霍什内维斯基一直从事 3D—Contour Crafting(轮廓制作)技术建房新工艺。这种新工艺使 3D 打印技术在不到 20 小时的时间内建造一幢面积 2500 平方英尺的房屋。据教授比洛克介绍,采用 Contour Crafting 技术的 3D—CPA 打印机工作速度非常快,10 小时之内能打印出一栋两层楼高、1200 平方英尺的房子。该技术全程由电脑程序操控,可以用水泥混凝土为材料,按照设计

图的预先设计,用 3D 打印机喷嘴喷出高密度、高性能混凝土,逐层打印出墙壁和隔间、装饰等,再用机械手臂完成整座房子的基本架构。比洛克称使用该技术工艺不仅造价便宜、快速建造,而且而且会依据强大的几何计算、采用坚固的材料,来保证几年到更多的时间内,房子不会有质量问题。

3D—Hollow concrete 技术。最近德国 An Ningtong 公司出资 39 亿欧元收购了德国第三大房地产集团 Gag hair,一举成为欧洲大陆最大的房地产企业,并且对德国本土还处于碎片化的民用住宅和工业商用地产造成整合压力。为了重新调整房地产发展方向,德国 An Ningtong 公司的研发团队新开发出名“3D—Hollow concrete”的建筑打印机,该机体积达到 120 米x6 米x10 米,能够“打印”三层以上全球最大最适用的楼房。据 An Ningtong 公司总工程师伯恩坎·杰姆斯披露,3D—Hollow concrete 是本公司新开发的空心混凝土打印技术,本机打印新建的流程是连续的,喷嘴将“墨水”黏结剂浇筑到数据对应的机械臂手叠加材料区域,浇到“墨水”的地方,机械臂手叠加的材料会在 12 小时内完成固化。整个打印都是从底部开始,逐层镂空而上,每次升高 10~20 毫米。杰姆斯介绍,3D—Hollow concrete 打印技术能够打印出符合居住标准的别墅与三层楼房,最关键还是该打印机臂手所叠加的材料,这是一种以改良水泥混合玻璃纤维与 Ying Heng 石制成的材料。Ying Heng 石是以二氧化硅、硅酸盐为原料,通过特殊纳米添加剂加工而成新型绿色可弯曲石材。由于 3D—Hollow concrete 技术采用了镂空式打印成空心墙体,使房屋的整体与部件的重量相对较轻。在打印中,电脑制作的 3D 模型为此提供样板,操作人员可以预留门窗等部件的位置,水电等管线可以在空心墙体中自由布置。杰姆斯说,“同样是建设两层高的建筑,传统方法要用一个多月时间,而 3D—Hollow concrete 技术打印几个小时就能完成。”根据 An Ningtong 公司的测算,这种打印速度比传统的建筑方式节省 50% 的成本,还可以将城市所有建筑垃圾经过处理回收到建筑中去,使建筑更加环保、节能、耐久。在杰姆斯看来,该公司 3D 打印楼房的发展方向是:多数建筑没有钢筋,采用特殊纤维技术和 Ying Heng 石制造方法代替钢筋混凝土,并且比钢筋混凝土强度高 3~5 倍,实现 3D 打印建筑的工业化发展。

3D—X/Y axial stack 技术。美国尼苏达州 Rudenko 房地产公司与 3DSystems 公司合作,最近开发出了一台采用“3D—X/Y axial stack 技术”建筑房屋的超级打印机。其外形像一台桥式起重机,两边是轴向轨道,而中间的横梁则是“打印头”,横梁可以上下前后移动,进行 X 轴和 Y 轴的叠加式建筑的打印工作。该打印机安装在一辆大型拖车的车尾,可使用计算机传送过来的模型,依据不同的建筑层面喷射出不同配制特殊水泥,一层层地将需求的墙面建筑成功,最后打印机伸出自动机械臂手,将这些墙面组合成为完整结构的房屋成品。据 Rudenko 公司建筑师达纳·麦金泰尔介绍,用 3D—X/Y axial stack 技术打印可以喷出高密度、高性能混凝土,由 X/Y 轴定向逐层打印出墙壁和隔间、装饰等,再用机械手臂完成整座房子的基本架构。全程由电脑程序操控,在 12 小时内可建造一幢面积 2000 平方英尺的建筑。麦金泰尔说,该技术打印出来的墙壁的强度系数约为 10000psi(即每平方英寸能够承受 10000 磅压力),远远超过了传统房屋的墙壁,而且节省了 20%~25% 的资金和 25%~30% 的材料;同时节省 45% 到 55% 的人工,相应地使用更少的能源,排放更少的二氧化碳,不仅大大降低了成本,而且大大提高了速度。

3D—Robot construction company 技术。西班牙 Catalonia 高等建筑研究院最近研发出一组“3D—Robot construction company 技术”,其实它就是一个全新 3D 打印建筑机器人组合,可以像一组建筑团队那样按需分配并各负其责以 3D 技术打印出一间房屋,其运作方式基本上和同类型的无人建筑机器人一样,逐层浇筑流体建筑材料。但是它最大的不同在于,可以打印的建筑体积更大,速度更快,而且设计方法也与众不同。在 3D—Robot construction company 技术组合中,其核心是一个庞大的主体机器人 Construction fore-

man,它有两个装有液化合成大理石的大型智能圆筒,大理石材料经独特的配方制成;并用气胎注射筒通过料管推动材料,那些料管将被安置在建筑工地上,Construction foreman 在团队中扮演的角色就像一个包工头,在建设过程中“招募”各相关领域里的建筑专业人士。在建筑开始时,Construction foreman 首先指令团队中的地基机器人沿着地上标记的线进行的工作。地基机器人是一台装配了传感器的设备,在标线的地基进行夯实后,建筑师可以在 Construction foreman 台上先勾勒出建筑的轮廓,又指令“地基机器人”进行连续螺旋式循环的 3D 打印工作,以砂石与混凝土浇筑建筑物的地基。一旦地基打好,Construction foreman 又指令一个“抓握机器人”紧夹在地基上面,它和地基紧密的黏合在一起,瞬间就能变成世界上最先进的“建筑工”。抓握机器人的工作可以从底层开始堆积材料并浇筑好前 20 层建筑。它的喷嘴可以水平移动与扩展,便于在地基基础上使用更多材料来创造建筑,它还可以在建筑物上面增加动态纹理,可以打印屋顶或其他悬臂结构。在浇筑新型材料时,为了加速材料的干燥固化速度,抓握机器人还配有一对加热器,可以吹出 198°F 热风迅速固化混合型大理石等建材。在工程完工时,Construction foreman 又指令一个“真空检验机器人”开始工作,这个机器人可以遍历整个建筑结构,然后发现地基机器人与抓握机器人所有工作中没有做到位的地方,它会及时弥补并加强已打印建筑物缺陷与不足的材料。据研发 3D—Robot construction company 技术的负责人曼弗雷·卡瓦莫托表示:“我们可以肯定,该技术组合将在未来建筑领域里扮演非常重要的角色,其快速、低价、安全的效率让建筑机器人将有可能成为下一代 3D 建筑工业化必备的强大工具。”

三、3D 房地产前景展望

展望未来,3D 打印是以数字化、网络化为基础,以个性化、短流程为特征,实现直接制造、现场制造和批量定制的新型制造方式。其未来巨大潜力的生长点表现在:与生物工程相结合,与艺术创造的结合,与消费者直接结合。从市场角度分析,由于人们生活水平的提高与生活方式的改善,多种形式的娱乐与休闲、运动与健身健美等消费水平将不断提升;另从社会时尚观念分析,人们的时尚观念将会不断增强,社会对房地产品的社会化制造和个性化生产具有越来越广泛的需求,可以说市场前景乐观,潜力可观。再从产品供给方分析,房地产业将会不断致力于产业转型升级,高新技术普遍应用,形成了相当的应用基础。

所以,3D 打印技术将会对房地产业、消费者、市场形态和全球经济产生以下发展动向:

动向 1——房地产的本土化。正如 3D 打印机发明人查克·赫尔预言:“美国著名 3D 公司 3DSystems 可能在十年内成为一个纯粹的建筑设计公司。”如果发生这样的情况,就是因为 3D 打印技术——未来你居所需求的一切都将向你靠近。比如说,有一天你在家发现阳台陈旧且被裂了。你只需要在网上查一下,在家或者你附近的 3D 打印店打印出来,然后以一款式样新颖的阳台替换。又如你的葡萄园旁要设置一座赏鸟小屋,利用回收的一些塑料、陶瓷片等就可以打印出一座新奇的小屋。于是在世界各地,数字 3D 打印房屋系统将成为全球房地产业网络中的一大连接亮点。被称为直接生产制造的本土化房屋成品及其构件更适合使用,将会比现在的房产开发商与购租房屋更方便且更有效。

动向 2——定制房屋及其材料。在未来的 3D 打印房屋的发展中,定制房屋及其材料将会成为可能,甚至打印个性化房屋将发生质量革命。比如有远见的荷兰建筑师皮特·布洛姆将会尝试以 3D 技术打印一座新奇的房屋。非常灵活而且透明的六角形塔状休闲屋,其壳体强度是钢的 100 倍。在未来,伦敦设计师沙姆斯·亚丁基于合成原细胞微粒可再生的优势,将会利用 3D—Biosynthesis 技术打印出一座对光和室温会自动调适且具有自动修复墙体破损功能的智能生物屋。

动向 3——减少房地产业建筑对环境的破坏。传统的房屋建筑过程往往是浪费和航

脏的。在许多方面,3D 打印将会减轻浪费和碳排放。比如 3D 打印只使用构成产品的材料,极大地提高了原材料的利用率,大大减少材料浪费。特别是在传统建筑中,很多产品与材料往往要经过长途跋涉才能到达消费者手中。随着 3D 打印的普及,生产和装配可以在当地进行。只有原材料才是唯一需要运输的东西,而且它们用量更少。另外,3D 打印技术能够帮助公司实现按需生产,所以可以大幅度减少房屋库存以及过时房屋产品造成的浪费。还有 3D 打印的产品部件损坏后使用者可以被回收再打印一个新的,所以整个产品没有被扔掉,也减轻了房产开发商服务的压力。

动向 4——革命性大规模生产。(首句黑体)大规模生产房屋楼宇是 3D 打印面临的最大挑战,但随着采用大型 3D 打印机的使用和技术迅速发展,以更快的速度浇筑房屋构件的打印机将彻底打乱传统房地产制造业。比如门窗的构件:制造部门使用的 3D 机械设备可以与门窗构件的市场需求实现高度定制化,而且很便于更换。现在已经能够 3D 打印移动房屋、单套别墅、低层次楼房等,所以 3D 技术进入这个行业只是时间问题。又如赈灾救援房系列、旅游野营蓬居、工地场院活动房等;小尺寸、形状规则 and 材料简单使得这个行业天然的适合 3D 打印制造。

动向 5——应用纳米理念。例如,澳洲墨尔本大学最近应用纳米材料以 3D 技术打印薄型纸居家用太阳能电池获得成功。与传统太阳能电池不同的是,这种太阳能电池纸可以在包括玻璃和屋顶等实际的房屋位置上被直接打印出来,成为普通房屋的新型发电装置。研发者希望能够在不久的将来,以低成本为应用起点,逐步实现这种新型发电装置的商业化制造,能够为一座座整栋摩天大楼提供能源。应用 3D 打印概念,纳米技术将使房屋及其构件的加工速度更快和性能更有效,因此在经济上比大多数未来主义者的想像可行。因为这项技术可有效减少发达国家对传统能源的依赖,同时,也能为发展中国家提供一种经济、可行的电力来源。

动向 6——无限目标导向设计。3D 技术允许打印房屋及其构件应用无限复杂的几何材料,因此可能成为人类有利的限制因素。目前,计算机辅助设计(CAD)工具用于手动创建文档和分析设计。开始你要明确的目标因素,如力度、重量、耐久性和计算机生成上下的设计的可能,根据目标导向为不同的目标推荐最好的设计。结合 3D 可以打印的无限形状和材料以及强大的计算机设计,没有人可以想象,在将来最好的建筑设计师不是想出最好设计的人,而是懂得计算机无限目标导向设计的人。

动向 7——拉动不发达地区。发展中国家房地产市场是相当滞后的,特别是许多贫困国家与地区最基础的居室住宅及其市场,往往是与全球供应链断裂的。但是 3D 打印技术拥有使其房地产市场重新加入经济循环的能力。例如美国的 3D venture 公司,最近针对发展中国家开发了一款价格经济的产业级 3D—Simple house 技术的打印机。该公司已经开始在拉丁美洲、非洲与大洋洲进行推广,特别是与智利政府的一项计划 StartUp Chile 合作。据悉,该公司在 3D—Simple house 技术与智利 StartUp Chile 合作的项目中,有 20 万平方尺的贫民适用房、10 万平方米的活动房以及近 5 万平方米的简便商铺等。这些项目都用可回收材料进行打印交付。

动向 8——创建新的艺术媒介。“艺术创客”运动正在变得越来越小众,而艺术建筑与建筑艺术也在借助高新科技颠覆传统的设计艺术与建筑工艺,创建新的艺术媒介。新兴的 3D 打印技术正在被用来创造与创建一种新的现代建筑艺术形式,特别是用于造型奇特、风格独特的异形建筑的打造,这类建筑的建造成本通常比较高昂,工期长难度大,但是 3D 打印技术却可以轻而易举解决这个问题。比如美国南佛罗里达学院(Florida Southern College)将使用 3D 打印等创新技术修复由美国最著名建筑大师劳埃德·莱特 80 年前设计的著名建筑群——Child of the Sun,这是该院建筑学系 12 座形态各异的特色建筑,被世界文化遗产遗址基金会列为全球 100 个最濒危建筑遗址之一。又如荷兰建筑师 Janjaap Ruijsenaars 利用 3D 打印技术已经建成一个

外形酷似“莫比乌斯带”(mobius strip)的建筑物,这是一种只有一个表面且连续闭合的数学拓扑结构。巴西国家公园希望能与 Janjaap Ruijsenaars 合作,用 3D 打印技术制造一间外形如同莫比乌斯带的博物馆,用来陈列在本地发现的文化物品。其实,我国很多建筑已经用到了 3D 打印技术,比如上海大法院、凤凰卫视大楼、水立方、青奥会议中心等。

动向 9——影响全球经济。随着 3D 打印技术的推广,创新的独创性取代了劳动力的成本而广受制造商的追捧,因此 3D 打印技术有望挽救建筑业的颓势并且对全球房产经济产生深远的影响。麦肯锡全球研究院最近发布的一份报告指出,3D 打印技术将对全球房地产业与房产经济产生颠覆性影响。该公司预测,10 年后,3D 打印技术会大幅减少新房产的开发周期。届时越来越多的房产公司将会更加关注客户的反馈和真正实现以客户为中心的产品设计和技术开发。3D 打印技术也将会大大减少新房产进入市场的成本,预计未来小型、微型房产企业将更具活力。

动向 10——第四维 4D 打印。现在你可以看到 3D 打印带给我们的改变,但是你准备好 4D 打印了吗?有了这个技术,在未来环境发生变化的时候,你可以光敏或热敏材料、记忆材料与原细胞微粒等打印一个 3D 智能房屋,它可以自动的装配或改变形状,还可以对光、室温和湿度自动调适。这是第四维,这项技术是有麻省理工的 Skylar Tibbitts 首创的,并且已经为建筑业和消费者带来广泛的影响。想象一下一个 4D 打印砖结构的建筑物,将水加入其中直至装满到某一确切位置才能够被用得到。再设想一下,如果居室用水的管道破损了,它们可以自动修复。虽然这项技术是全新的,但是未来会成为 4D 打印的一个全新的维度。

四、3D 房地产市场发展趋势

“3D 打印”技术无疑将给建筑业带来一场革命。如果与常规房屋建筑相比,采用 3D 打印建筑的“增材制造”有许多明显的优势。首先是传统建材工厂需要大面积的车间,而 3D 打印建筑不再需要复杂的生产线,使得生产单件建筑构件的成本与批量生产一样便宜;其次是原材料利用率提高,能够大幅度地减小构件废料,最低只需要原来 10% 的材料;三是生产废料最少,几乎没有建筑垃圾及其污染;四是产品形状结构的设计自由度大幅提高,有些用常规方法无法生产的奇形怪状的零件,3D 打印技术也能够创造出来,而且形状复杂度的提高几乎不会带来额外制造成本;五是建筑流程简化,任何房屋结构与构件制造的数字化程度和设备的通用性水平大幅提升;六是现在的建筑工地离不开大量的工人,可这些在未来也许会被十几台 3D 打印机和几名工人代替。特别随着“3D 打印”技术的普及,建筑业用工荒与伤亡多的难题有望得到缓解。3D 打印技术将比现在的建筑过程用人更少也更加安全,在美国每年有 1 万个建筑工人死亡,40 万工人受伤,3D 打印机将会终结建筑业这些历史问题并大量压缩建成一栋房子的时间。

作为一种全新的制造方式,3D 打印技术的确正在给传统的房地产制造业带来深远的影响。基于这些生产方式与技术特点的延伸性优势,仅从产品供给方分析,房地产业近年来致力于产业转型升级,普遍应用机器人与智能技术、大规模定制技术、敏捷制造技术、一次成型技术等高新技术,形成了相当的应用基础。另一方面,3D 打印机技术在许多国家越来越得到重视,欧美有些国家房地产业建立了 3D 打印技术产业联盟,也形成了一定的技术基础。因此,3D 打印技术有望挽救世界房地产业的问题并且重振各国经济。

根据咨询公司 Wohlers 的统计,2014 年全球 3D 打印产品(设备+服务)的销售总额已经达到 45.4 亿美元,其中 3D 打印房屋(设备+服务)的市场份额只有 10 亿美元左右。该机构预计未来 5~10 年全球房地产业的 3D 打印市场将会以年均 20%~35% 的速度膨胀,预计到 2024 年,全球房地产业的 3D 打印市场规模可达 100~350 亿美元的总量。另据 Frost+Sullivan 发布的远景调研信息,预期到 2030 年,全球房地产业的 3D 打印市场规模将达到 700~1000 亿美元。

作为全球重要的制造业大国,3D 打印技术在中国同样获得了政策面和大产业面的高度重视。世界 3D 打印技术产业联盟秘书长、中国 3D 打印技术产业联盟执行理事长罗军表示:现在中国还是 3D 打印技术的起步阶段、产业化的酝酿阶段。未来 3~5 年将是中国 3D 打印技术最为关键的发展机遇期,如果推进顺利,2015 年同比翻一番没有问题,2015 年全国 3D 打印产业整体的销售规模有望达到 80 至 100 亿,到 2020 年产值将达千亿元人民币。这一趋势无疑是我国房地产业提升与转型的一大契机。

(王志成/译,译据美国佛瑞斯特研究院的院刊《未来展望》杂志 2015 年 6 月号~8 月号)(完)