“世界首例原位3D打印双层示范建筑”主体结构完成——

“打印”出来的房子啥模样

经济日报·中国经济网记者　栾笑语

热点追踪

随着3D打印建筑技术的不断发展，其对整个建筑行业的影响在不断加深。日前，“世界首例原位3D打印双层示范建筑”在广东成功完成主体结构，意味着我国建筑3D打印技术在某些应用方面已经超越国外同行，未来有望深入改变我们的生活。

“世界首例原位3D打印双层示范建筑”效果图。

上图　施工人员在3D打印墙体施工中。

左图　3D打印墙体特写照片。

（图片由中建二局华南公司提供）

两层小楼，7.2米高，一层层叠起的墙体，颜色灰突突的。在一栋栋摩天大厦拔地而起、众多地标性建筑彰显特色的今天，这样一栋小楼，显得很平常。

但是，如果这栋小楼是“3D打印”出来的呢？

这栋小楼不寻常

11月17日，中建二局广东建设基地。一个高大的金属框架立在地面，喷吐混凝土材料的“打印头”悬挂其上，可以实现XYZ轴3个方向上的自由移动。此时，连续“喷墨”几十个小时的建筑3D打印机已经完成了工作——这栋其貌不扬的小楼就是它的作品。

小楼有个响当当的名号——“世界首例原位3D打印双层示范建筑”。其特殊性在于，它是一栋“原位3D打印”出来的建筑，是一栋不用拼装、在现场直接将主体打印成形的建筑，也是一栋首次运用这项技术并成功完成的双层建筑。同时，这也意味着我国建筑3D打印技术与国际同步发展，甚至在某些应用方面已经超越国外同行。从这个角度看，这栋小楼不寻常。

3D打印技术诞生于上世纪90年代中期。一般认为，这是一种以数字模型文件为基础，运用粉末状金属或塑料等可黏合材料，通过逐层打印的方式来构造物体的技术，在航空航天、医疗产业等领域都有应用，而应用在建筑方面还很少见。

中国建筑技术中心材料工程研究所所长助理霍亮介绍：“3D打印建筑的基本原理与一般打印机一样，要有打印机体、喷头、油墨、纸张。”如果把建筑四周搭建的金属框架视作打印机的机体，那么喷吐混凝土的“打印头”就相当于打印机的喷头。建筑打印用的“油墨”可不是普通的混凝土，而是为打印施工特殊配制的打印材料。当然，“纸张”也十分重要。在施工前，工人在地下预埋钢筋，这就相当于“纸张”了。打印头通过一圈一圈连续喷吐宽5厘米、厚2.5厘米的打印材料，经过层层堆积建造墙面，不到30个小时就能打印完占地面积约120平方米的一层楼墙面。而且在打印过程中，随着墙体不断升高，还需要按照图纸加装钢筋，使“纸张”实现动态延伸。

“工人可以趁着混凝土砂浆尚未凝固时在墙体底部开洞，为墙体内的钢筋笼与地基中的钢筋焊接预留出空间。”中建二局广东建设基地有限公司科技部副经理黄云补充说，“手感像是切蛋糕，操作起来相当方便”。

打印技术不寻常

且不说现场观感，从技术层面描述建筑的“打印”过程也不复杂：先是通过计算机软件完成模型分割；接着将三维图形信息转化成打印路径，同时计算出打印速度；然后输送泵将打印材料送至打印头，打印头再按照设定程序进行三维走位，建筑构件就被“打印”出来了。此次打印完成占地面积约120平方米的一楼墙面，用时不到30个小时。

然而，新技术简单易行的背后是科技力量的强大支撑。

一是打印材料不寻常。宽5厘米、厚2.5厘米的混凝土材料一层覆盖一层，如果下层混凝土凝结慢，强度不够，就无法支撑上层材料的重量，有可能导致墙面变形甚至垮塌；如果凝结得太快，每一层材料与上层材料的有效黏合又难以实现。如何让混凝土满足3D打印建筑的需求，本身就是个难题。“我们通过反复试验，在普通混凝土中添加了外加剂，通过调节材料黏稠度和凝结时间，解决了这一问题。”霍亮说。

二是原位3D打印建筑技术不寻常。客观地看，在建筑行业引入“3D打印”技术已有先例，但大部分应用都在工厂中完成。工厂打印出能够组合拼装成形的各种建筑构件，然后搬运到建筑所在地进行拼装。而原位3D打印建造技术可以实现原位打印，即在现场直接将主体打印成形，无需二次拼装，这需要克服户外环境变化带来的一系列挑战。对此，施工人员在建筑周边装备喷雾设施，用于打印中的保湿和打印后的混凝土养护。“饭要一口一口吃，楼要一层一层印。在一层墙体打印完成后，我们还需养护至少3天，确保材料强度达到可开展下阶段施工的条件。”中建二局广东建设基地有限公司总工程师苏铠说。

三是建造难度不寻常。此次实践，他们采用轮廓工艺，分内外两层打印，打印出的墙体是“空心”的，方便添加保暖填充物。而将这项技术成功运用到难度更大的双层建筑建造上，更是一种突破。

在不寻常中求索“寻常”

研制3D打印建筑，意义何在？

苏铠向记者介绍：与传统施工技术相比，3D打印技术的机械化程度更高、成本更低；而且整个施工过程不需要模板，不但能节约材料约60%，还可减少建造过程中的工艺损耗和能源消耗；由于3D技术打印房屋全部使用机械自动化操作，以往要十几名工人操作的项目完全可以减少一半人力；特别重要的是，整个施工过程更加安全，工人的劳动强度也降低不少。

站在更大的格局上看，建筑3D打印技术对整个建筑行业的影响亦在不断加深。一方面，应用这一技术可实现更高的设计自由度，这为建筑设计师的自由创作提供了更多可能；另一方面，这一技术可实现更高的定制化要求，能推动建筑的标准化与个性化更好结合。“这将是一个打破传统束缚、使建筑结构顺应个性化需求的过程。”霍亮说。

无论技术有多牛，能否实现大规模应用才是关键。于是，在一系列不寻常中求索“寻常”，是建筑3D打印技术研发团队始终关注的问题。此次原位3D打印技术的成功应用，克服了需要大量机械吊装预制构件、构件二次运输等问题，为3D打印技术在建筑领域的推广奠定了基础。

现实地看，从技术突破到应用推广，建筑3D打印还有很长一段路要走，还有一些难题尚未解决。比如，3D打印具有无模板的优点，但是打印墙体中的横向钢筋、竖向钢筋、箍筋的布置和连接在目前的工艺中还不能有效解决；又如，不同建筑环境对打印材料的要求也不同，研发具有更优越强度及耐久性的建筑3D打印材料，也是建筑3D打印技术更好推广的重要基础；再如，建筑3D打印机也需要进一步强化能力、实现更多功能，能够根据建筑的体量大小、建筑场地附近的施工条件以及施工进度的要求，进行全尺寸打印、分段组装式打印、群组机器人集合打印等。

因此，霍亮特别强调：“建筑3D打印技术与现有施工技术是互补的、相互依靠的关系。研发及应用这一技术不是要替代现有施工技术，而是将其作为对现有施工技术的一个强有力补充。”

虽然未来的不确定性很多，但可以预见的是，由于建筑3D打印技术的不断发展，整个建筑行业的设计、施工思路与方法必将随之变化。建筑师、工程师和建筑工人将借助科技之力，将建筑与3D打印结合，完成对现有建筑技术的再造。

我科学家发现新型催化剂

助力合成气一步制成高碳醇

本报讯　记者沈慧从日前召开的中国科学院“合成气制高碳醇”项目成果鉴定会上获悉：我科学家发现一种新型催化剂——钴—碳化钴基催化剂，可助力一氧化碳和氢气的混合气体一步制成高碳醇。目前，相关研究单位采用该新型催化剂已完成全球首例合成气一步制高碳醇的万吨级工业试验。

高碳醇是一种重要的精细化工原料，用于合成增塑剂、洗涤剂、表面活性剂及多种精细化学品，其后加工产品在纺织、造纸、医药等领域应用十分广泛。目前，高碳醇的市场售价为每吨1.5万元，全球年消费量约为1500万吨。随着我国精细化工行业快速发展，国内高碳醇市场年均需求量超过200万吨，且以年均10%的速度递增。

“然而，国内企业无法生产传统制备原料，全部依赖进口，价格昂贵且来源不稳定。”项目负责人、中国科学院大连化学物理研究所研究员丁云杰说。

“1925年，德国化学家发现了一种催化剂，将煤变成了油。而变成油之前，还需要先从煤生产出合成气。合成气产生方法简单，只要有煤有水就可完成。”中国科学院院士、清华大学化学系教授李亚栋认为，该项目开拓了一条合成气清洁转化直接制高碳醇等高附加值精细化学品的新途径，是合成气化工向高值化、精细化转型的重大进展。推广实施该项目，预计可将生产高碳醇的原料成本降低50%，为以高碳醇为原料的精细化工行业提供廉价而充足的原料来源。

这与成果鉴定委员会的看法不谋而合。“这种新型催化剂获授权发明专利11件，属于原创性技术，指标先进，应用性强，居国际领先水平，建议加快全流程工业示范装置建设。”鉴定委员会专家表示。

在丁云杰看来，高碳α-烯烃是我国发展高端聚乙烯材料紧缺的原料，以高碳醇为原料还可以生产高碳α-烯烃，进而缓解我国润滑油基础油供应的紧张局面。

据了解，该项目由中国科学院大连化学物理研究所与陕西延长石油榆林煤化有限公司共同开展。今年10月31日至11月2日，世界首例合成气一步制高碳醇的万吨级工业试验，通过了中国石油和化学工业联合会组织的连续72小时催化剂性能考核。

慢阻肺“阻”在哪

本报记者　沈则瑾

“在上海，慢阻肺的死因在死因顺位中排名第三，其患病率超过了10%。然而，罹患慢阻肺者知晓患有该病的比例仅有3.85%。”上海疾病防治预防控制中心慢性非传染病和伤害防治所所长施燕说。

近10年的统计数据显示，慢阻肺作为肺病慢性杀手，在40岁以上群体中的比例逐渐提高，甚至已开始吞噬20岁以下年轻人的生命。其中，吸烟是慢阻肺很重要的诱发因素。

“我国慢阻肺患者已超1亿人，成为继高血压、糖尿病之后第三大慢病。”上海胸科医院党委书记郑宁说，然而，在确诊为慢阻肺前，大多数病人没有主动接受过肺功能检查，很多医院甚至没有这项检查。对此，上海市胸科医院率先在肺部疾病、慢性疾病的社区干预方面开展了探索尝试，并开展了肺癌和慢阻肺COPD筛查，做到早诊早治。

“对于慢病管理特别是肺部慢病的管理，三级专科医院、社区卫生服务中心与居民应当组成一个铁三角，形成一个闭环。”郑宁说。

近日，上海长宁区“闪现”了一个法国健康管理服务体验小屋，市民可通过小屋中的医疗设备展示、疾病知识宣传及家庭健康管理体验服务等了解慢阻肺。结束“快闪”后，小屋将落户社区试点。

慢病管理和防控需要长期大量资源投入。对此，上海市于2000年在全国率先制定出台《上海市预防与控制慢性非传染性疾病中长期规划（2001-2015年）》，并将在今年底修订2019版的管理规范时，把慢阻肺工作加入进去。该管理规范以预防为主，以人为本，医防融合、分级协同、公众参与、自主管理，以信息化支撑为原则，由疾病预防控制机构、医疗机构、社区卫生服务中心和公众，“四位一体”协同落实各项措施。

对于慢阻肺患者，施燕说，一般是促成其及时就诊和转诊，并定期提供相应个性化干预措施。对于重点管理对象还需提供肺康复等服务工作。未来，上海将重在探索整合式慢病管理，以达到对慢病个性化、连续化和动态化的全程健康管理。

富　硒　油　菜　来　了

本报记者　常　理

在日前举办的“硒高效菜用油菜新品种现场观摩会”上，中国农科院油料所王汉中院士团队培育的全球首个硒高效蔬菜杂交种“硒滋圆1号”引人注目。与会专家认为，利用现代科学技术培育的“硒滋圆1号”将富硒蔬菜市场带入了新阶段——既能满足人们追求高端生活品质的需求，也有利于提升油菜全产业链社会经济效益，促进“健康中国”和乡村振兴战略实施。

硒虽然占人体总重量不足十万分之一，却是维持健康的必需元素。硒在人体内如同清洁工，可以清除体内自由基和过氧化物这些导致疾病、衰老和死亡的有害因子，从而提高人体抗病能力。有研究表明，癌症、心血管疾病、糖尿病、关节炎、大骨节病等多种疾病均与缺硒有着直接或间接的联系。

中国卫生行业标准推荐成人每日硒摄入量为50至400微克，美国食品药品管理局建议每人每天摄入硒200微克可防癌。然而，由于硒元素在土壤中缺乏，导致我国成人日平均硒摄入量仅为26至32微克。目前，食用强化硒药食制剂是补硒的主要方式。但这些药食制剂在人体内利用率低且存在副作用风险。而富硒蔬菜和富硒谷物作为重要的有机硒转化者，是人类摄入硒最安全、有效、廉价、可行的途径。

目前，国际上推广的富硒蔬菜和富硒谷物有两种来源：一是利用富硒地区土壤种植，二是在种植过程中人工施加外源硒。然而，我国绿色富硒土地仅占耕地的3.5%左右，而施加外源硒对环境的负面影响很大，容易造成二次污染。

如何在不添加外源硒的非富硒土壤中生产出富硒蔬菜，为人们提供大众化的有机硒源食物？王汉中院士团队在开发油菜的菜用价值时发现了契机。

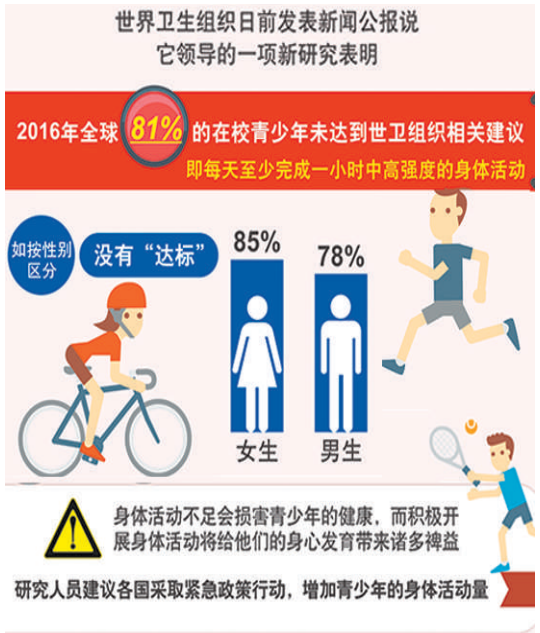
该团队通过对100多份油菜薹与9种常见蔬菜的全营养品质比较发现，油菜薹在硒元素上具有特殊的富集功能。通常，蔬菜含硒量在每公斤0.01至0.1毫克被视为富硒蔬菜，而在不添加外源硒的非富硒土壤中，油菜薹硒含量分布在每公斤0.009至0.074毫克，这表明油菜品种硒含量改良潜力巨大。

基于在全国各个区域土壤的实地种植鉴定，他们率先发现了“硒高效”现象，并定义了“硒高效”油菜的概念——即在土壤pH值为4.5至6.0、硒含量大于每公斤0.16毫克的非富硒土壤，或者在土壤pH值为6.0至8.5、硒含量大于每公斤0.11毫克的非富硒土壤中，在不添加外源硒的环境下，生产出鲜重硒含量大于每公斤0.01毫克的富硒油菜薹，为“硒高效”油菜。

王汉中团队依托所发掘的优异种质资源，利用现代育种手段，成功培育成全球首个硒高效蔬菜杂交种“硒滋圆1号”，具有极强的硒富集能力。在全国多个非富硒土壤种植后，其油菜薹硒含量在每公斤0.01至0.07毫克之间，并具有高钙、高维生素C、高氨基酸和高锌的特性，营养丰富、颜色翠绿、口感脆嫩，医疗保健功效开发潜力巨大。同时，“硒滋圆1号”播种后2个月即可采摘，一次种植可采摘3至4茬，亩产可达600至800公斤，配套密植栽培措施可实现更高产。

“持续改进和深入研究‘硒滋圆’系列富硒油菜薹的功能成分及其与人类健康的关系，研发以功能成分为依据面向消费者的富硒油菜薹产品，有望满足消费者对高端功能蔬菜的需求，为人类健康作出重要贡献。”王汉中说。

全球超八成青少年身体活动不足



本版编辑　郎　冰
联系邮箱　jjrbxzh@163.com