经济日报 ECONOMIC DAILY

探秘医疗建筑设计

经济日报·中国经济网记者 李予阳

新冠肺炎疫情肆虐武汉期间，医疗建筑因其发挥的特殊作用走进了人们视野——仅用一个多小时，国机集团中国中元国际工程有限公司便向武汉发去修订完善的火神山医院设计图纸。那么，医疗建筑与普通建筑有何不同？经济日报记者带您一探究竟。

经过10昼夜奋战，2020年2月6日，武汉雷神山医院正式通过验收。图为无人机拍摄的武汉雷神山医院。 新华社记者 肖艺九摄

受年初新冠肺炎疫情影响，湖北武汉一度告急。接到武汉市城乡建设局加急求助函后，曾在“非典”期间负责设计北京小汤山医院的国机集团中国中元国际工程有限公司（简称“中国中元”），仅用时78分钟，就向武汉发去修订完善的图纸，并组建专家团队提供24小时技术支持服务，有力支持了火神山医院的建设。

特殊时期，医疗建筑的特殊作用凸显。那么，医疗建筑与普通建筑有何不同？它的设计有哪些特点？经济日报记者日前采访了中国中元医疗建筑设计研究院院长许海涛，探秘医疗建筑的前世今生与未来发展。

高度复杂性专业性

“普通人生老病死都离不开医院。医院就像一个小社会，很多医院一天门诊量1万多人次，加之住院与探视人员，每天进出几万人次很正常。”许海涛院长告诉记者，医院科室类别多，还要合理组织人流、车流，这使得医疗建筑设计要考虑到十分复杂的因素：包括医院工作的特性，患者与医护人员的心理需求，空间、色彩等。因此，医疗建筑设计具有高度复杂性与专业性。而且，新技术层出不穷、医疗服务模式也在不断变化，这些都对建筑设计提出新的要求。高质量的医疗建筑设计不仅能提高医院效率，还要给予患者与医护人员更舒适的空间体验，让建筑传递出对人的理解、关怀与尊重。

北京大学第三医院儿科候诊室设计具有人文关怀。 （资料图片）

其中，重大疫病救治基地的设计布局是否科学合理至关重要，关系到病人救治与医护人员防护。新冠肺炎疫情期间，大家在新闻里常听到的“三区两通道”，就是指传染病院区要区分为污染区、半污染区与清洁区；医务人员通道与患者通道这两个通道要分设。此外，传染性呼吸疾病患者住的负压病房，则是指病房内气压低于病房外气压，从而形成压力梯度，令新鲜空气可以流进病房，而病房内被患者污染过的空气不会泄露出去。对于这些特殊要求，都需要设计者的专业设计。

2003年“非典”期间，在对SARS病毒尚不完全了解的情况下，要在尽可能短的时间建设具备隔离、通风、防交叉感染等标准的医院是一大挑战——国机集团中国中元国际工程有限公司临危受命。他们边设计边施工，经过7天7夜全力奋战，小汤山医院“拔地而起”。得益于严格的空间区分、科学的通风系统设计……小汤山医院收治的非典病人得到有效治疗，1200余名医护人员无1人感染。

让设计传递人情味

除了重大疫情救治基地、应急医疗设施以外，人们平时接触更多的还是医院。许海涛院长告诉记者，我国医疗建筑早期的代表有1835年建成的中山大学附属孙逸仙医院，1906年投入使用的中南大学湘雅医院，以及1917年运行的北京协和医院。上世纪50年代至70年代，国家基本建立了三级医疗网络。在农村是村卫生站、乡卫生院、县医院；城市是街道卫生所、区医院、市医院。这个时期，医疗建筑的特点主要是：重视地域气候特点，普遍采用自然通风、采光；由多栋多层建筑组成，相互间通过室外或者室内连廊连接；建筑一般均为砖混结构，由许多小房间组成。

改革开放40多年来，我国医院规模得到有效增加，医疗流程得到重视与优化，医疗环境得到改善，建筑形象也展现出新时期特点，设计理念日臻完善、多元。特别是上世纪90年代以来，医院在确保及时救治的前提下，创造出更加舒适、温馨的医疗环境，追求实现更加人性化、贴心的医疗服务环境。医疗建筑也更加“以人为本”，关注医疗流程的合理性，强调打造良好室内外环境，建筑布局、建筑外观形式百花齐放。随着医疗技术日新月异，数字技术广泛应用，医疗建筑数字化、信息化发展迅速，建设规模越来越大。

其中，广东佛山市第一人民医院、北京大学第一医院新门诊楼等优秀医疗建筑设计，成为医疗建筑理念不断进步的代表。1998年建成的佛山市第一人民医院，有着中国现代医院建筑里程碑之称。在设计过程中，它开创性地运用方格网络交通模式、医院主街设计，以及适合我国国情的半集中式布局。多通道式影像中心、生物洁净手术部、下沉式广场、自动扶梯等设计均属国内医院首次采用。该医院刚建成时，很多人嫌门诊大厅设计太大，浪费空间，地下停车场也没用处。然而，医院启用当年创下日门诊量4600人次的纪录，随后私家车的增多，更证明了最初设计的远见。医疗需求日新月异，“可持续”的建筑设计会做出系统性规划与预留，在以后建造中不至于推倒重来。

更重要的是，医院空间设计合理与否，直接关系到病人看病是否便捷流畅。在北大第一医院，很多设计传递出“人情味”。比如，在门诊楼与住院楼之间设计有地下通道，电瓶车来回穿梭方便，省去了患者徒步的辛苦；在手术室正下方设计了供应室，直运货梯能实现手术器材消毒与无菌对接；将护士站设计在病区中间连接病房的圆心位置，以减少护理路程，减轻护士工作强度；在等候区设计休息空间，摆放绿植，可以缓解病人情绪……

走向更加人性化的建筑

近年来，随着医疗技术日新月异，数字技术广泛应用，医疗建筑与数字的结合成为突破方向——智慧医疗等进入日常生活，远程医疗、大数据应用、互联网医院正在变为现实。

“这次疫情对医院改变很大，预约就诊一下就实现了。”许海涛院长说，现在，一些医院交费在诊室就可实现，患者无需跑上跑下。下一步，将是如何让预约更精准。对设计者来说，随着智能化、数字化不断发展，医院空间布局也会有很大变化，比如未来医院可能不需要太大的挂号厅等。

国家卫生健康委去年发布《国家医学中心和国家区域医疗中心设置实施方案》提出，紧紧围绕区域内群众急需、医疗资源短缺与异地就医最突出的专科医疗需求，推进国家医学中心与国家区域医疗中心设置，在区域、省域建设医学高地，促进优质医疗资源均衡合理分布，全力推动卫生健康事业高质量发展。北京市《北京城市总体规划（2016–2035）》也提出，把以治病为中心转变为以人民健康为中心，健全全民医保体系，实现全人群、全方位、全生命周期的健康管理。要建成医养结合、服务均等的养老服务体系。这些均对未来医疗建筑设计提出了新的要求。

“对医疗建筑设计来说，人民对医疗服务的需求是原动力，医疗技术发展是助推器，医疗服务体系是风向标，经济能力是基础保障。”许海涛院长表示，设计更加人性化的医疗建筑将是未来努力方向。要以人为本，把人文关怀融入设计中，以保障病患与医护人员需求为核心。未来，医院与健康服务进一步融合，会大大增加服务内容与形式的多样性，也会建立更加现代化的管理、运行机制。这些都要求医疗建筑设计要强化理论研究，在大数据积累与分析基础上，量化总结以往设计经验，研究医改政策、国人的医疗行为、建造方式变革，关注建筑环境对医疗的作用，也关注建筑的文化表达。

观澜

科学与游戏

梁剑箫

近日记者采访中国科学院一位计算机科学家时，谈到了科学与游戏之间的关系。这位科学家认为，近年来，科学与游戏间的融合度日益提高——很多时候，游戏蕴藏了很多科学元素，科学也常常借助游戏完成不少看似不可能完成的任务。

例如，在一款名为《无主之地3》的游戏中，玩家前往外星球探险，寻找传说中的宝藏。游戏过程中，玩家会在一艘飞船上休整。飞船里放着一台游戏机，安装了一种类似消消乐的小游戏。进入游戏后，会看到很多杂乱放置的方块，共有4种颜色。玩家的目的是要让每一整行方块变成同一颜色，就需要把其他颜色方块一层层往上顶，从而得分过关。

然而，这款貌似普通的小游戏，却被现实中的生物学们家“盯上”了。这些科学家在研究中遇到一道难题：如何根据微生物DNA相似度加以分类。起初，他们想把这件事交给计算机完成，但发现电脑识别图像的效率低，难以及时完成任务。后来，科学家们发现了《无主之地3》，找到开发这款游戏的团队成员寻问：可否在游戏中开发另外一款小游戏，完成DNA分类。在游戏里，每一类颜色的方块，都代表一种核苷酸，玩家排列方块的过程，即是在分类DNA。在玩家初步排列方块分类后，科学家会搜集这些游戏数据，交给人工智能，协助计算机提升自身图像识别能力。

除了生物学，游戏在医学领域也发挥过巨大作用。曾有一款名为海洋英雄探索的游戏APP，结合了虚拟现实（VR）技术，玩家要在游戏中驾驶小船躲避障碍，训练空间探索与导航能力。而是否具备这项技能，实际上是阿尔茨海默症的早期症状之一。总计有各年龄段超过400万名玩家参与其中，贡献了大量相关数据。研究显示，人类的空间导航能力从19岁后呈下降趋势，且男性普遍优于女性等。通过这些大数据，研究团队建立了全球空间导航的基本标准，从而改善阿尔茨海默症的早期诊断与治疗干预。

这类游戏，业界统称为“功能游戏”，也就是严肃游戏或应用性游戏。区别于传统娱乐型游戏，这些游戏以系统性探索与解决现实社会问题为主要目的，旨在挖掘正向社会价值。功能游戏的出现说明，通过一定设计转换，科学可以与其构建跨界交流的能力。通过这种跨界合作，游戏玩家在不知不觉中帮助科学家完成科研任务，也令游戏脱离了纯娱乐体验，有了更深的意义。

进一步而言，互联网以游戏的方式将集体智慧集中在一起。大量玩家一起合作，用游戏形式解开复杂问题，这本身就是极大创新，改变了科学研究的结构、形式与方向，甚至比科学成果本身更有意义。

未来，希望能有更好玩、更富实用意义的功能类游戏闪亮登场，推动更多更前沿科学研究取得飞跃——让我们拭目以待。

大连化物所揭开水的微观结构演化奥秘

本报记者 苏大鹏

“水的结构是什么？”这是国际顶级科学期刊《科学》在创刊125周年特刊中提出的125个最具挑战性的科学问题之一。自然界的水，不是以单一水分子（H_2O）形式存在的，而是由若干水分子通过氢键作用聚合在一起，形成水分子簇，俗称“水团簇”。水分子通过自身不停振动和转动，以及内部氢键断裂与生成过程，促使水团簇形成各种动态的网络结构：少量水分子组成的水团簇呈现平面型，当水分子达到一定数量之后，水团簇就会呈现立体结构——这也被称作水滴。

最小的水滴有多大？长期以来，科学家们认为最小的水滴是由6个水分子组成的水团簇——然而近日，中国科学院大连化学物理研究所江凌研究员与杨学明院士团队，以及清华大学李隽教授研究团队在由5个水分子组成的水团簇中，发现了三维立体结构的存在，证明最小水滴是由5个水分子组成的水团簇。

“我们利用大连相干光源，揭示了有限温度条件下水分子5聚体已开始呈现体相水的结构特征，从全新角度诠释了水的奥秘。”江凌说。

他们利用自主研制的红外光谱实验装置，首次发现5个水分子团簇$(H_2O)5$，具有三维立体水团簇结构的特征；采用自编的TGMin程序结合高精度的量子化学理论方法，计算了水团簇的各种稳定结构和红外光谱，理论与实验高度吻合。研究结果表明，在有限温度条件下，$(H_2O)5$的二维和三维结构可以共存，三维立体结构的形成是引起红外光谱显著变化的根本原因。他们还提出了三中心二电子氢键模型，精准分析了水团簇网络结构的形成机制。

该实验揭示了由5个水分子组成的水团簇已开始呈现水的立体结构与光谱特征，突破了人们长期以来对最小水滴是6个水分子团簇的传统认知，为揭开水的微观结构演化奥秘提供了新思路。

水是地表最多的分子。长期以来，“水的结构是什么？”是最具挑战性的科学问题之一。 （资料图片）

科谱

蜜蜂对生态的价值

本报记者 常 理

盛夏，繁花似锦，随处可见小蜜蜂们忙碌的身影。可别小瞧它们——前不久，中国蜂产品协会就发出提示：人们应重新审视蜜蜂这种古老昆虫对生态与人类健康的价值。那么，勤劳的小蜜蜂们在大自然中扮演着什么角色？人类该如何与小蜜蜂和谐相处呢？

一直以来，蜜蜂就是勤劳、无私奉献的象征。蜜蜂到底有多勤劳？它需要拜访3000朵花，历时5至7天才能酿成1滴蜂蜜；酿制1斤蜂蜜，蜜蜂需要飞行约18万至23万公里，相当于绕地球赤道飞行4至5圈——在发现糖之前，蜂蜜给了人类最初的甜蜜。

蜜蜂对人类和大自然的贡献远不止于此，它们还是传花授粉的有益昆虫。通过蜜蜂授粉，可以极大提高农作物与果蔬的产量，提高农产品品质。同时，蜜蜂更是维护生态环境平衡与促进生物多样性的大功臣——它堪称生态环境的指示器，并且与植物协同进化，与生态环境密切相关。

显花植物出现在地球上已有1.3亿年之久了。风是最初的授粉者，但依靠风来授粉，植物的交配效率非常低，且在无风区域，这种授粉方式基本没有任何作用。而虫媒就不一样了，虫媒是最高级的传粉方式，具有最高的传粉效率。常见的传粉昆虫有蜂类、蝶类、蛾类与蝇类等。这些昆虫往来于群花之间，虫体周身沾满花粉，当昆虫飞到其它花朵上时，即将花粉粒带到该花的雌蕊柱头上，由此实现传粉。

图为勤劳的小蜜蜂在风信子花丛中飞舞。 （新华社发）

“蜜蜂与显花植物协同进化，在这个过程中，形成了以植物花蜜与花粉为食物的特殊生活习性。其生理结构也发生了适应性变化，具备采花授粉的各种条件，是自然界最理想的传粉昆虫。”中国农科院蜜蜂研究所研究员董捷表示。

据统计，全球约16万种显花植物中，由昆虫授粉的约占80%，其中85%靠蜜蜂授粉。与人类密切相关的各种果树，约90%依赖蜜蜂授粉；与人类衣食有关的粮、棉、油、茄果类菜蔬、有花牧草，均可得到蜜蜂授粉。如果没有蜜蜂授粉，约4万种植物会繁育困难、濒临灭绝。

蜜蜂如此重要，但其物种多样性并不丰富。现在已知的蜂种仅有9个，其中有8种蜜蜂生活在亚洲，只有一种西方蜜蜂生活在欧洲、美洲。

“蜜蜂种类如此稀少，却对地球环境产生巨大影响，足以说明蜜蜂在生物界的重要性。”董捷说。

我国是世界上生物多样性最丰富的国家之一，拥有高等植物近3.5万种，其中一半以上为中国特有物种，很多具有重要经济价值、药用价值。在已知9种蜜蜂的蜂种里，我国拥有6种，这也不难解释中国这片神奇的土地为何能成为世界植物的王国。

然而，由于人类不合理利用野生生物资源，我国的生物多样性正面临严重威胁。例如：植物流失与破坏会直接影响我国珍稀蜂种的生存。其中，我国有4种野生蜂种甚至会面临消亡。“如果我们抛开蜜蜂、植物、生态环境而奢谈健康，奢谈养生，无异于缘木求鱼。”董捷说。因此，让我们多了解一些有关蜜蜂的知识，提高爱护自然环境的集体意识吧。