

# 建筑工业化与模块化如何玩出高品质和新花样?

## 由“上海宝业中心”看装配式建筑的深化应用

“装配式”一词在业内已不是新鲜词——工厂预生产构件、施工现场吊装拼接、建房子像造汽车一样使用流水线……每每提到这个词,大部分人的脑海里都会自然而然地联想到这些“工业化”场景。

在现代城市越来越追求人与建筑高品质和谐共生的背景下,如何进一步探索并发挥装配式技术的价值与潜能,打造更高质量、更好体验的建筑项目,成为了摆在所有建企面前的一道开放式探讨题。

上海宝业中心(以下简称宝业中心)是宝业集团股份有限公司(以下简称宝业集团)聚焦上海虹桥商务区,以连接全球建筑业先进理念与产品的区域总部大楼。在当时其他装配式建筑大多还停留于简单、初级的施工状态时,宝业中心极大地依托装配式技术打造出一座不规则的、极具流动美感的“水桥”办公楼,吸引了业内外大量关注。自2017年建成以后,该项目先后获评国家绿色建筑三星认证、美国LEED金牌认证、The American Architecture Prize 2017(AAP美国建筑奖)综合类建筑设计奖、WA Award(世界建筑奖)等国内外知名大奖,同时在业内享有“最美装配式总部大楼”的美名……

宝业中心把建筑工业化与模块化的技术与智慧集成玩出了哪些高品质、新花样,又是如何探索装配式技术在建筑艺术等领域的深化应用的?对此,本报专访了宝业集团(上海)公司总经理夏锋,力求以上海宝业中心为切入点,了解装配式建筑深化应用的可能性,希望为广大读者带去有关装配式所具备的更多潜能与可能性的思考。

### 理念先行:以工业化理念打造一座连接世界的办公大楼

宝业中心是宝业集团设立在上海地区的企业总部,亦是目前国内装配式公共建筑的示范作品。呈“品”字型布局的三座办公楼象征了集团“房地产业开发”“建筑施工”“住宅产业化(百年低碳工业化住宅的研究与制造)”三大业务,空中连廊将三座办公楼联系在一起,从高空俯视,仿佛三只大手互相紧握在一起形成强大而稳健的合力。

夏锋介绍,当时对于宝业中心的定位便是希望它能承载宝业集团在建筑业45年的“摸爬滚打”,成为一项围绕全球先进的建筑理念、设计、科技等诸多要素的集大成之作。

如何在感官层面更为直接地体现出属于宝业集团的印象?据合作单位零壹城市建筑事务所介绍,项目团队由集团创立之初依傍的杨汛大桥和西小江汲取设计灵感,将桥与水的关系抽取并置,以水波为元素进行建筑立面的设计,同时将建筑底层局部架空以形成桥的形态。

当代办公楼往往在“面积效率”的法则统领下,以标准层平面和立面在垂直方向堆叠形成。而宝业中心不但采用了游走性平面,项目立面还在水平方向上做出渐变设计,赋予了立面流动性。与此同时,不同斜度的模块化遮阳屏板改变了窗户的高度,控制室内空间的采光。和空中连廊一起形成“波光粼粼”的桥与水的意境,成功实现了对办公楼单一化设计的突破。

夏锋表示:“办公楼与空中廊桥互相连接,既是关于浙江绍兴小桥流水印象的复现,也是体现了集团三位一体、合力发展的稳健形象,更是呼应了长久以来我们的建筑哲理:连接,并由此实现跨越。”

### 技术集成:以装配式集成技术打造最美装配式总部

相关资料显示,宝业集团于2012年在虹桥拿到这一地块,前后花了5年多的时间对宝业中心进行打造,于2017年将项目建成。相比之下,这一建设周期远超同类建筑。而此中所花费的时间,有相当一部分是用在“装配式技术、智能技术与使用场景”的分析、探索及论证上。

至于为何会选择装配式技术,夏锋对此解释道:“现在回过头看,当时选择装配式技术可以说是‘顺势而为’。比如说我们最有特色的外立面,如果当时我们选择石材拼装,第一,成本要远远高于装配式;第二,以当时的技术而言,虽然不是不能做,但是为了适应我们做一个屏板的角度,石块势必要切割、组装,这个过程费时费力,但最后做出来的效果不一定像现在这么好。在这个基础上,如果采用装配式技术,项目的品质会很好,施工效率也会提升;而施工成本与能耗污染则会减少。我们没有理由不做装配式。”

考虑到宝业中心的水与桥元素的特色,最终决定采用“玻璃纤维混凝土(GRC)+预制混凝土(PC)墙板”作为外立面及地下结构主材。地下车库墙板及楼板采用预制叠合墙、楼板。值得一提的是,组成外立面的GRC屏板本身是集合外围护、采光、遮阳、通风、夜景照明为一体的立面构件,先在工厂里预制组装,然后将组装好的屏板运输到现场,吊装装配起来。

为了更好地适应虹桥商务区建设绿色建筑示范园区的一系列要求,宝业中心团队甚至根据每个窗户所在的位置结合阳光倾斜的角度,对每个窗框的倾



度都做了设计,再通过BIM模型测算,计算出每一块窗户应该开多大的口才能保障室内室外的温度交互与节能减排的效果最好,因而宝业中心的每个窗户都不一样。

为了能让这个决定最后能顺利实施,保证质量,项目团队前期做了大量工作,甚至也为此停工了一段时间,专门展开了一系列可行性论证:对装配式构件进行统计和分割、对流水线生产工艺进行考察和论证,集成其他专业技术、研究构件连接节点、专家论证,大量测试气密性、气密性、保温性与抗风压等参数。

在确认了屏板的安全性与可靠性以后,每个窗户先在工厂里制作好并预制组装,然后将组装好的窗户运输到现场,一块一块装配起来。宝业中心在安装窗户时,创造了一小时安装一排的

“超快速度”记录。

“应该说,采用装配式技术是我们一个准确的行业预判。宝业中心没有等待技术成熟以后再采取它,那就太晚了。我们依托的是自身45年来对于建筑工业化业务的系统化的积累与经验,攻克了很多技术上的难题,并且也通过实践证明它可以实现多方面效益的。”夏锋如是表示。

### 发展态度:以技术演进系统推动建筑工业化

从装配式发展的角度来看,无论在当时还是现在,宝业中心对于“装配式”的理解与应用都有许多值得学习与借鉴的亮点。

有业内人士分析认为,我国现在的装配式行业,好像很多从业人员潜意识

里有一个根深蒂固的逻辑,即“先有既定的项目,再做装配式拆分”。于是,原本应该是上游决定下游的装配式流水线,常常莫名其妙地变成“开发商的需求先行、设计院的图纸却没法深化、预制厂也没法批量生产构件、施工队一安装就容易出现安全质量问题”这样一种下游制约上游的局面。

对此,夏锋也有着自己的看法,他认为,“装配式”本身只是一种技术,是为了解决劳动力短缺等问题并具有提高生产效率等优势的一种生产方式。但是很多时候人们可能过于碎片化地曲解了装配式概念。“它应该是一个系统化的、一体化的技术,因为装配式本身是属于建筑工业化内一个具体的概念。所以有些人觉得PC就等于装配式,这肯定不对;也有人是为了装配率而做装配式,这样的路也肯定走不深,走不远……”

夏锋认为,想要真正实现高质量发展,不能“为了装配式而装配式”,而是要发挥装配式技术提升品质、提高效率、降低成本、减少能耗、绿色环保的优势。“当我们说要‘像造汽车一样造房子’时,不妨想想汽车是怎么造出来的?首先设计师会根据需要形成赛车、超跑、商务等不同车型的模型,之后再根据不同的设计在工厂研发不同的零件并最终组合起来。建筑就好比整车,产品定型之后才能推出工业化制造的组织生产逻辑。装配式不是万灵药,不可能一个技术解决所有问题。一方面,我们还是要让专业的人来做专业的事;另一方面,现在就是一个‘交学费’的发展期,我们必然需要经历一个由批量复制转向定制化定制的过程。”

正如夏锋所说,从1885年德国工程师卡尔·本茨在曼海姆制成第一辆本次专利机动车发展到现在全球各地成熟的汽车流水线已经经过了134年。相比之下,我国的装配式建筑还处于一个刚刚起步的阶段。想要将技术更好、更深层次地发挥出其优势,既需要更多的积累与尝试,也需要政府、企业、学术与市场多方积极参与,立足技术体系与产品体系的多元化现状,让建筑工业化与模块化促进建筑产业高质量发展、满足住宅高品质与高体验等终端客户核心诉求。(杨星宇)

# 北京首个绿建三星公租房正式“开门迎宾”

## 地上结构装配率达到90%

□通讯员 张振东

近日,由北京建工三建公司承建的北京市首个达到绿色建筑三星标准的公租房——永丰产业基地(新)C4、C5公租房项目顺利实现交付,并相继迎来租户入住。

### 精细施工——成就“毫米工程”

青棠湾项目是为海淀区北部生态科技新区企业人才量身定制的房子,也是北京市最大的公租房项目。作为青棠湾项目的重要组成部分,永丰产业基地(新)C4、C5公租房项目总建筑面积约12万平方米,包括住宅、公建11栋单体建筑及地下车库,可容纳1493户租户入住。

“该项目建设质量决不会输给商品房,一定要让入住的居民住着安全、健康、舒适”。这是项目部入场之后面向社会各界做出的郑重承诺。

该项目除地基以外,其地上结构装配率达到了90%。项目技术人员介绍:“装配式施工如同‘搭积木’一样,看似将一个生产好的构件堆积起来就可以,但是在实际施工中各个工序都要比传统建筑施工严格得多,项目不仅要保证施工进度,更要注重施工质量,任何工序都不能出现任何偏差”。

为了尽快掌握装配式建筑施工过程中涉及的诸多新工艺,项目部在三年多的时间里对项目管理人员、现场施工人员开展了近百场专业培训。同时,项目部还多次邀请甲方、监理到构件生产厂家对各个构件产品进行验收。

根据深化图纸要求,构件与构件之间必须保留两厘米通缝,才能确保所有构件在同一水平面上和最终的打胶性能。为了保证建筑整体质量,在每块竖向构件施工前,项目部都需要用经纬仪放出预制构件控制线、分仓线、竖向钢筋定位线;水平构件施工前,项目部需要放置板底水平控制线。通过反复定位,使得预制构件精度从现浇结构的厘米级提高到了毫米级,进一步提高了工程质量。

而相比于水平构件的安装,竖向构件的安装更要繁琐得多,稍有不慎,竖向构件之间就会出现偏差。为了控制竖向构件误差,项目部制定了“三次测



量”管理办法。在竖向预制构件安装前对预制构件安装位置进行首次放线测量;预制构件安装完成后,对预制构件进行第二次测量并校正;在浇筑完成后,30分钟之内,对预制构件进行第三次测量和二次校正。通过三次测量,确保每块竖向构件垂直度和相邻构件平整度符合规范要求。

### 强化管理——展现“建工速度”

青棠湾项目共分为两大部分,由两家施工单位共同建设。从进场之后,北京三建项目部全体管理人员便暗下决心,项目不仅要建设得好,还要建设得快。

项目预制构件的装配作为该工程的重头戏,一旦因为构件的某个环节出错,就会导致多米诺骨牌效应,项目的瓦工、木工、钢筋工等都要停工。为了确保施工进度,项目部制定了“三加一计划”。项目现场管理人员要每天根据现场的施工进度,规划出三天之后现场各个部位所需要的预制构件,并在当天晚间向预制构件生产厂家下达订单,通过这种方式确保预制构件的进场能够及时跟上施工进度。

大空间结构体系可以将这些户型转换为100平方米或者110平方米两种。

“虽然公租房室内面积相对较小,但一定要让租户住得舒服,要住得有幸福感、有尊严。”项目部负责人表示,为了让有效的空间得到充分利用,项目在室内装修中应用了整体卫浴系统、整体厨房系统、整体收纳系统、负压新风系统、烟气直排系统等内装工业化技术。据介绍,一间普通的房间,如果使用传统工艺装修,大约需要两个多月的时间,装修完成后,还要开窗通风,让室内有害气体挥发,这个过程很漫长。而这些内装工业化技术的应用使得室内装修时间大大缩短,厨房、卫生间等系统都是在工厂模块化生产,现场只需要3、4名工人用十天左右的时间,将整个模块拼接在一起,就可以完成整个室内装修工作。室内装修的时间缩短了,住户也不再为室内装修污染而担心了,装修完成后,住户可以随时入住。

### 节能环保——护航“绿色发展”

作为北京市第一个面向公共租赁用的绿色居住区,为了起到引领示范作用,在项目施工过程中,应用了诸多绿色、环保、节能等高科技产品。

相对于大批商品住宅仅能达到一星级绿建标准,该项目是北京市第一个达到绿色建筑三星标准的公租房。

公租房每户内都会安装一个60升的储热水箱,连接到小区集中式太阳能热水系统,各家各户方便及时用上太阳能热水。该系统的应用,每年可为每户节约450元电费。

小区内绿化面积达到30%,所有绿化地带全部采用智能灌溉,地面硬化部位全部采用100%透水砖铺设,雨水降落地面可以迅速下渗到地下。小区内还设置多个下沉式花园,遇到暴雨天气,雨水可以先流到花园当中,在缓解市政管道压力的同时,还可以将收集的雨水进行回收再利用。

### 以人为本——拓展“幸福空间”

该公租房项目共包括40平方米(开间)、50平方米一居和60平方米两居3种配置6种户型。屋内应用了SI管线分离系统和空间结构体系,使得这个公租房项目在后期进行结构改造、提高房屋利用率方面有了多种可能性。一旦未来该区域对公租房需求不大,这种

# 建企如何在装配式市场抢占风口?

被称为“建筑业革命”的装配式建筑,已经成为建筑行业广泛关注的重要焦点。

与传统建筑方式不同的是,装配式建筑作为建造方式的重大变革,是用预制部品部件在工地装配而成的建筑,有利于节约资源能源、减少施工污染、提升劳动生产效率和本质安全水平。

为加快推动建筑行业的供给侧结构性改革,2016年,国务院办公厅印发了《关于大力发展装配式建筑的指导意见》,明确力争用10年左右的时间,使装配式建筑占新建建筑面积的比例达到30%。

2017年,住房和城乡建设部印发《“十三五”装配式建筑行动方案》,明确到2020年,全国装配式建筑占新建建筑的比例达到15%以上,其中重点推进地区达到20%以上,积极推进地区达到15%以上,鼓励推进地区达到10%以上。此后,各地也陆续出台旨在鼓励和推动装配式建筑的实施意见。

随着一系列政策举措的加速落地,装配式建筑迎来了快速发展的有利时机,一个万亿元级的市场空间也加速启动。根据相关机构测算,2017~2020年全国装配式建筑累计市场空间约2万亿元;2017年~2025年全国装配式建筑累计市场空间超过6.8万亿元。

许多企业早已嗅到其中商机,并加速探索和布局。值得注意的是,不少地方装配式建筑的建造方式依然以现场浇

筑为主,装配式建筑比例和规模化程度较低,与发展绿色建筑的有关要求以及先进建造方式相比还有很大差距。

“装配式建筑不是简单地把现场浇筑环节搬到地方,而是要从建筑到内装进行全流程的产业化革命。”业内专家指出,装配式建筑的发展,必然带来集成化设计、工业化生产、装配化施工、一体化装修的重大变革,使建筑行业的发展质量得到全面提升。

而要实现这一重大变革,必须首先要解决标准化问题。只有将标准化植入现有建筑体系之中,让装配式建筑发展“有据可依”,才能避免装配式建筑的无序化发展和低水平竞争,从而为产业发展营造良好氛围。

专家建议,相较于传统现浇结构体系,装配式建筑结构体系的技术标准、生产方式和商业模式都发生了根本性变化。建筑行业企业应当抓住装配式建筑之本,建立与之相适应的技术创新机制、管理模式、监管制度等,打造从建筑材料、建筑部品、建筑体系到建筑标准这一完整的技术输出和服务体系,为建筑业迈上新台阶做好准备。从政府层面看,也要强化做好研究,在为装配式建筑高质量发展提供更有利政策环境的同时,也要避免盲目跟风,出台不符合实际的政策,误导企业进入这一领域,形成产能过剩和低水平无序竞争。

(林火灿)

# 南京首家装配式建筑工程研究中心获批

## 开展核心技术攻关 解决验收标准问题

近日,江苏省南京市首家装配式建筑工程研究中心获批。该中心由南京建工产业集团有限公司下属建工集团与河海大学联合申报,旨在推动建筑产业现代化发展。

据装配式建筑工程研究中心负责人秦国庆介绍,研究中心建成后将重点围绕装配式建筑体系深化设计、节点连接、评估与检测等开展核心技术攻关,制定相应技术规范和标准,并将研究成果推广到装配式建筑构件生产和工程建设中。

河海大学土木和交通学院结构工程研究所副所长沈德建表示,研究中心成立后将服务全市,解决装配式建筑验收标准这个普遍性问题。他们已经研发了

一种二维码芯片,为每一个建筑构件贴上“身份证”,通过物联网技术,实现装配式建筑的可溯源机制。“高校的研究成果,需要在工程实践中得到不断完善,从而推动建筑产业不断技术更新。”

2017年南京市入选全国装配式建筑示范城市,并发布《南京市关于进一步推进装配式建筑发展实施意见的通知》,提出到2020年,新建建筑面积比例中,装配式建筑要占30%以上。截至2018年底,南京市新开工装配式建筑52个,占比达到22.3%,今年这一比例要超过25%。同时,该市将装配式选项作为土地出让条件,力推建筑产业向现代化、数字化和绿色化发展。(何钢)