

浅谈“5+2+X”建造体系

林 坡

中建一局集团第五建筑有限公司, 北京 100024

[摘要]现代化施工中对质量、安全、提效、穿插、智能化建造更加重视,由此需要掌握最新有效的施工建造体系,“5+2+X”建造体系就此应运而生,文章根据项目“5+2+X”体系进行介绍,进一步探讨该体系的技术要点,以此为鉴,充分利用新兴技术体系完成不一样的房建工程,为后续工程提供技术支持。

[关键词]“5+2+X”;穿插;提效;适度预制;BIM技术

DOI: 10.33142/ec.v5i9.6842

中图分类号: U415.13

文献标识码: A

Brief Discussion on the "5+2+X" Construction System

LIN Po

China Construction First Group the Fifth Construction Co., Ltd., Beijing, 100024, China

Abstract: In modern construction, more attention is paid to quality, safety, efficiency improvement, penetration and intelligent construction, so it is necessary to master the latest and effective construction system. Therefore, the "5+2+X" construction system came into being. This paper introduces the "5+2+X" system and further discusses the technical points of the system. Based on this, we will make full use of the emerging technology system to complete different housing construction engineering and provide technical support for subsequent projects.

Keywords: "5+2+X"; penetration; efficiency improvement; moderate prefabrication; BIM technology

引言

万科澜悦花园工程采用最新“5+2+X”装配式建造技术体系施工,“5”主要体现在工程质量上,项目施工中采用铝合金模板体系、外墙全砼构造、装配式PC预制构件、外架上采用自升全钢附着式升降脚手架及各个空间、多行业、全方位的穿插加强提效;“2”主要表现在两大类型的装配式应用中实施(1采取装配式安全保护、2适度预制)。减少和缩短工期,节约人工成本;“X”是由BIM辅助的设计和建筑智能实施。本工程选用BIM辅助设计,指导优化施工。

要领会工程重点,精细掌握,真正地将“5+2+X”有效的运用于施工全过程,在项目建设前期也要进行具体技术攻关,并坚持开展样板先行。

1 “5+2+X—铝膜”铝膜施工

1.1 安装原则

待墙柱钢筋隐蔽验收后,安装墙柱模板,提升爬架后安装梁板模板,PC吊装完成后吊模做出线条,最后进行铝模加固及调教工作。

在墙柱定位放线时候在钢筋上焊接 $\Phi 10$ 定位钢筋,以此定位墙柱模板安装位置,安装顺序从底部往上进行拼装,保证模板平整。

在这之前需要对模板缝隙进行清理并涂刷脱模剂。

1.2 拼装施工流程

测量和定位→墙柱钢筋绑扎(墙柱水电预埋)→焊接定位钢筋→墙柱钢筋验收→墙柱模板组装→梁板模

板组装→PC吊装→梁板钢筋绑扎→水电穿插→梁板钢筋及支撑架验收→混凝土浇筑→模板拆除(剩余早期快速拆除系统)→材料转移到施工层。

1.3 铝模安装

1.3.1 墙模板安装

(1)为控制铝模墙角烂根等现象,在降板侧设置50mm底角铝,在正常楼面设置42mm底角铝,对砼楼面过高处局部凿除,控制底部误差不超过5mm。

(2)在墙柱钢筋绑扎完成后焊接 $\Phi 10@500$ 定位钢筋,控制截面的同时复核墙柱定位线,安装完成后复测定位30线,保证模板平整度、垂直度。

1.3.2 梁板铝模安装

(1)所有铝模板需在厂家里面进行预拼装,复核之后,满足要求在运至现场进行首拼。



图1 早拆头构件



图2 预拼装

(2)需已使用过得模板,早拆体系,阴阳角进行清理后,按照铝模拼装图进行拼装,插销加固需满足设计的要求。应确保早期拆卸支撑系统的垂直度。

(3) 连接好的梁底模梁底与墙柱模板节点。

(4) 安装梁底面时，需拖住梁底两端，按要求把阴角与墙柱模板连接，另一人安装再拆支撑。



图3 梁底与墙柱模板节点



图4 梁底铝模安装示意图

调节支撑至设计标高后安装梁侧模板，模板两端打入销钉采用销片固定，间距不超过 30cm。

(5) 梁侧模安装



图5 梁侧铝模安装示意图



图6 梁侧铝模安装示意图

1.3.3 楼面模板安装

(1) 安装组装图中板底龙骨，与墙梁模板连接，底部设支撑。



图7 墙梁铝模连接示意图



图8 墙梁铝模支撑示意图



图9 楼面C槽、底龙骨安装



图10 楼面底笼安装底笼与C槽节点



图11 楼面模板安装模板收口



图12 楼面模板安装模板收口

(2) 板面安装完成后，调整支撑至设计标高。



图13 模板现场标高调整

1.3.4 吊模、反梁（坎）模板均在钢筋绑扎完成后开始安装。



图14 现场铝模吊模、反坎安装示意图



图15 现场铝模吊模、反坎安装示意图



图16 现场铝模吊模、反坎安装示意图



图 17 现场铝模吊模、反坎安装示意图

2.3.5 铝合金模板工艺特点:

新技术,一次成型,功效高,工期缩短,与传统木模相比高层建筑成本较低。

2 “5+2+X—PC” 预制构件施工

2.1 结构预制构件施工问题

(1) 和铝模结合施工过程中标高偏高

原因:叠合板预制过程中,桁架钢筋上浮,导致整体板面高;混凝土浇筑过程中高程控制不准确;铝合金模板定型不易更换。

处理:协调预制场,严格控制桁架标高;对现场出现不符合偏差要求板块及时进行更换,对现场钢筋绑扎班组、泥水班组进行技术补充交底,要求严格控制标高(打 50 线,每个板块拉线),对吊装完成的叠合板标高四个角点进行复核等一系列措施。

(2) 叠合梁与铝模结合尺寸一致导致叠合梁无法吊装

原因:未进行缩尺处理

处理:叠合梁预制过程中缩小 5mm 或者铝合金模板扩大 5mm

预制叠合梁预留孔洞用于铝合金模板固定,不设置底模板,底部采用支撑架体。

(3) 叠合板和全混凝土外墙结合施工中预留钢筋无法穿过下部叠合板设置锚固

处理:在阳台叠合板上预留 150mm 洞空以便穿插钢筋施工

(4) 叠合梁上附着爬架基座承载力增加需考虑是否满足受力要求

处理:经过设计核算后加大预制构件钢筋加强和楼面连接提高承载力(加大预制构件钢筋加强和楼面连接提高承载力)

(5) 装配式吊装从哪层开始

处理:地下室及一层为非标准层,考虑到经济效益,优先从第二层板面开始预制构架吊装与现浇相结合的方式施工。

(6) 装配式楼栋吊装过程中安全问题

处理:吊装时板面支撑点较少、且在福州市区内吊装

工作只能晚上进行,光线较暗。存在较大的安全隐患,考虑增大吊装过程模板铺设面积提高安全系数以及吊装后板面标高平整问题。(同时根据受力需求搭设临时作业平台,并加设警戒带、安全绳等安全保护措施)

(7) 装配式与铝模结合施工时, 标高控制

处理:吊装完成后,测量部需派人对面板位置及标高进行复核,每块板测量以保证标高的平整,同时在板面吊装过程前需按照吊装图平面位置在板面粘贴双面胶,以解决吊装缝隙和定位的问题。铝模构件均为定型化构件,标高仅仅只能微调,需要严格控制板面混凝土浇筑时的标高,因此需严格要求班组浇筑过程中按照已复核 50 线进行拉线浇筑,以免出现楼层标高超出误差范围。

(8) 装配式与铝模结合施工时, 传料口、泵管口、测量口的预留位置

处理:传料口尺寸较大考虑设置在板面接缝位置,泵管口、测量口位置需按一定尺寸布置,因此考虑设置在叠合板面处。

(9) 装配式吊装过程及钢筋绑扎过程中边角破坏严重

处理:要求厂家出厂时自检,运输过程垫木块,对边角采取覆膜等处理,在吊装前发现不合格产品应及时联系厂家进行退换,吊装安装过程必须慢(距离板面 20cm 时调整好后缓缓落下),钢筋绑扎过程中与劳务交底不得短支撑架与板面,尽量设置长支撑,以保证受力均匀,边角薄弱部位不易受到破坏。

(10) 深化图纸需考虑问题、场地堆放问题、成品保护问题、进场问题

①本项目 PC 构件主要分为叠合板、叠合梁、预制楼梯。

②待深化完成后,需进行 PC 图纸会审。

③事先规划场地,考虑 PC 部件堆放部位,吊装施工时不得进行二次运输;需考虑顶板行车荷载,做好顶板回顶方案及顶板配筋加强验算等前期工作。

④PC 楼梯构件等面层没有抹灰等做法,吊装完成后就需要采用木板做好成品保护措施。

⑤各个楼栋塔吊平面布置应合理,并且考虑构件重量(本项目最重构件预制楼梯重量为 2.42T),选择塔吊的型号。

⑥预制构件进场前,对构件进行进场验收,并做好记录留底。

2.2 PC 构件安装施工流程图

2.2.1 预制叠合板安装施工

工艺流程

PC 板安装准备→测量定位放线→PC 底部铝模支撑体系施工→梁钢筋绑扎→PC 楼板吊装→水电线管安装→板面钢筋绑扎→砼浇筑→待二构施工时处理 PC 处理拼缝

模板支撑采用两种支撑体系,标准层采用铝合金模板支撑体系,非标准层采用盘扣式脚手架支撑体系。

PC 板的支持需要定制。盘扣式脚手架支撑体系为：板底纵横间距不大于 1200mm，梁底加密为 600mm。

a. 铝合金模板支撑体系：

由于楼面板为叠合楼板，叠合板厚度为 140 (130) mm，其中预制厚度为 70mm，叠合层厚度为 70mm。叠合板下设置纵横向支撑龙骨，龙骨标准截面为 200*1100，型材高 65mm，铝板型材厚度为 4mm。预制板与现浇部分结合处使用宽度为 400、100 的标准板，作为预制构件支撑及预制构件吊装时工人操作区。局部零件应根据实际结构尺寸进行配置。

可调式单立杆支撑上段为 48*3.0 的圆管，下段为 60*3.0 的圆管；圆管材质为 Q235B。如下图所示

楼面支撑立柱横向间距和纵向间距控制在 1300mm 以内。

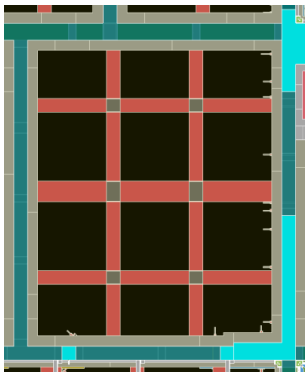


图 18 典型板支撑龙骨布置图



图 19 可调式单立杆支撑示意图

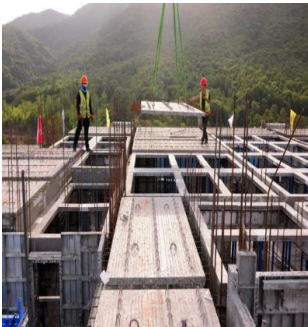


图 20 叠合板吊装示意图

b. 首层木模板支撑体系

梁边铺设 915mm 宽模板，PC 板拼接处铺设 100mm、400mm 宽固定模板条；PC 板与现浇板交接处，模板的铺设需伸入 PC 构件 100mm；二层梁板采用木模板及其支撑体系，以上梁板采用铝模板及其支撑体系。

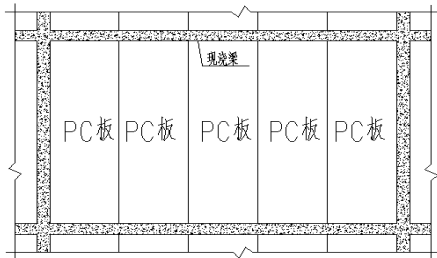


图 21 PC 板布置示意图

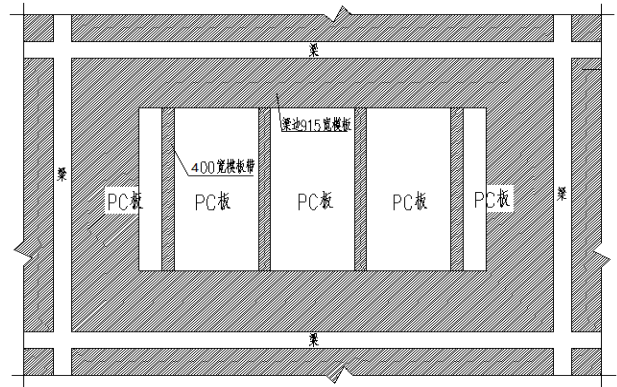


图 22 板中模板铺设平面示意图

为保证板底方钢的整体水平，可在局部方钢顶部设置模板垫高层，垫高模板仅可设置一层，不可多层叠加设置；除上述说明外，其余 PC 楼板下部均不铺设模板；

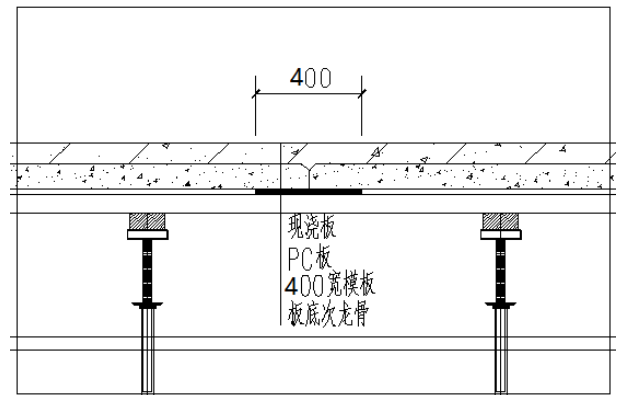


图 23 板中模板铺设剖面示意图

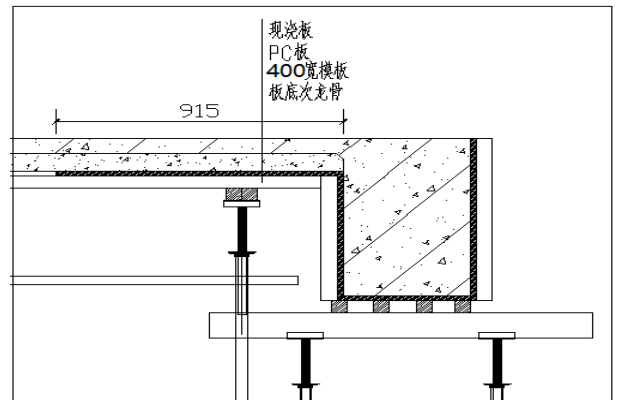


图 24 梁边模板铺设图

预制楼梯板安装施工

预制楼梯吊装工艺流程如下：

梯段位置铺设水泥砂浆→楼梯起吊、校正→测量标高定位复测→报验→灌浆封堵

预制叠合梁安装施工

预制叠合梁工艺流程如下：

预制梁底部支撑系统施工→预制梁吊装→钢筋绑扎、水电预埋→现浇层浇筑

吊装注意事项:

- (1) 采用两点吊装, 吊装前检查梁尺寸是否符合要求, 锚固钢筋长度是否合格;
- (2) 吊装到指定位置后缓慢下放, 采用钢钎调整位置;
- (3) 依据施工蓝图定位放线, 并复核;
- (4) 注意与现浇梁或现浇剪力墙连接处附加短筋;
- (5) 第一层梁模板采用 15mm 厚覆膜多层板, 采用盘扣式脚手架单独搭设。二层及以上采用铝合金模板支撑体系。

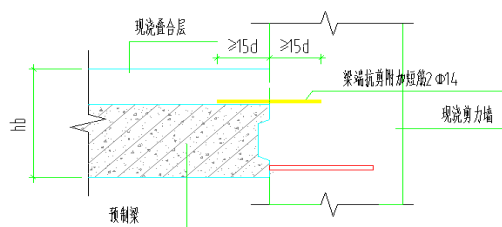


图 25 梁跨端部构造示意图



图 26 叠合梁吊装示意图

梁模板支设方法

(1) 首层梁模板支设方案

支撑模板采用 15mm 多层木板; 次龙骨采用 50 x 100mm 木方, 其中梁侧间距应不大于 300mm; 主龙骨采用 50 x 50mm 方钢管, 其中梁底处主龙骨间距为 1200mm, 梁侧主龙骨间距为 600mm。

梁支撑架采用盘扣式支撑架配合可调底座进行支设, 支撑架步距为 1.5m, 自由端不应大于 500mm, 横、纵向间距均为 1.2m, 满拉斜杆。如图 27。

(2) 二层及以上采用铝模支撑体系支撑。

梁底支架间距 500~1200mm, 梁底早拆头宽度根据梁截面宽度配置。框架采用锁销连接, 锁销间距不大于 200mm。铝模的连接方式如图 28。

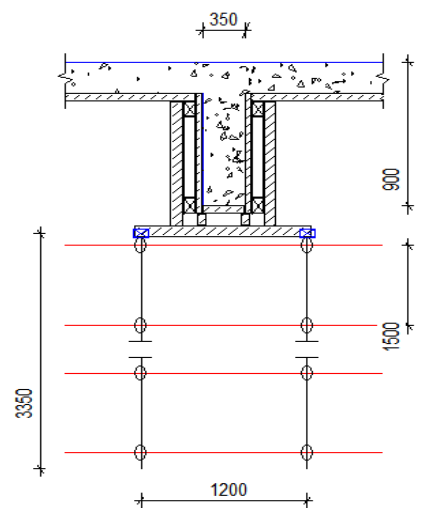


图 27 梁模板支设示意图

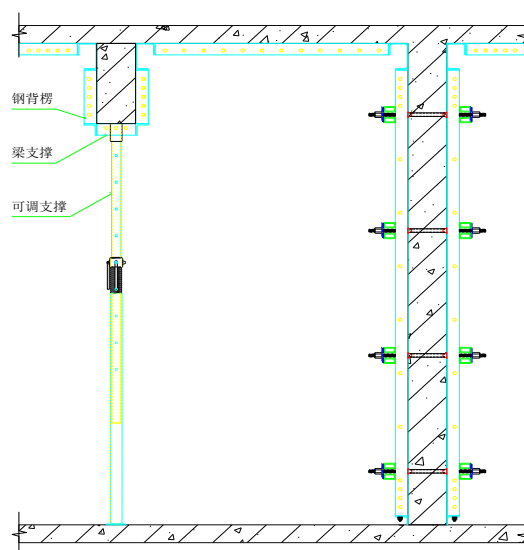


图 28 梁模板及支撑立剖图

3 “5+2+X—全混凝土外墙”

3.1 全混凝土外墙施工

将外墙处剪力墙处深化为构造墙、构造柱、空调板同主体结构一次浇筑成型达到免抹灰, 其中外墙窗台滴水线、外墙分隔缝、窗台防水企口细部构造采用铝模压槽深化成型; 构造墙采用有效的隔离措施: 在构造墙中放入拉缝板, 具体做法如下。

3.2 全混凝土外墙特点

铝模全混凝土外墙平整度高, 可避免抹灰, 解决外墙开裂、渗漏问题。

4 “5+2+X—穿插提效”

4.1 穿插提效施工

施工过程穿插, 在不缩短施工时间的情况下有效缩短了总工期。将穿插应用于施工, 强化人材机的利用率, 保质保量的完成相同工作, 完成提速。

表 1 楼层穿插施工工序

楼层	施工工序
N	结构层施工
N-1	单支顶、拆模、洞口防护、外墙打磨修补、螺杆洞封堵
N-2	单支顶、室内结构打磨修补、楼层清理、第一道外墙腻子施工、卫生间结构蓄水试验
N-3	单支顶、实测结构维修、第二道外墙腻子施工、空调板面剔凿抹灰、砌筑烟囱井并抹灰（本工序需在爬架提升前完成）
N-4	拆支顶、传料洞封堵、外窗安装打胶、栏杆安装、外墙雨水立管安装（本工序需在第二道腻子施工后，外墙底漆施工前完成）、外墙底漆施工（本工序需在爬架提升前完成）
N-5	砌体放线
N-6	砌体植筋
N-7	砌体上料、外窗框安装
N-8	砌体施工、烟道安装
N-9	砌体施工整改、烟道周边封堵
N-10	户内安装划线、开槽、底盒预埋、放线孔封堵
N-11	设置灰饼、冲筋、二次配管、防火门和阳台门安装及收口、叠合板密缝封堵
N-12	砌体顶部填充、砌体交界处挂网、基层处理、甩浆、涂刷界面剂
N-13	石膏砂浆抹灰、保温砂浆施工、厨房、卫生间水泥砂浆抹灰
N-14	抹灰实测实量、窗户窗扇安装及执手安装、调试、卫生间立管、支管安装、消防立管安装、阳台立管支管安装
N-15	顶板打磨、顶板第一道腻子施工、消防箱安装
N-16	顶板第二道腻子施工，用水房间防水涂料防潮层施工
N-17	房间地坪找平、厨房、卫生间找平防水
N-18	入户门及管井门安装、户内穿线、入户线敷设、开工插座面板安装、楼梯栏杆安装
N-19	分层验收及整改
N-20	已到达交付标准及封闭

• 主体结构开始后 63 天进行内穿插，在保质保量安全的前提下，通过穿插施工进行提效；

• 在主体正常施工的阶段，除了主楼内部穿插，同时对园林、景观部分，内部市政、道路、地下室、以及外立面也进行穿插，完成整体提效；

• 主楼处在毛坯时，下部进行装修施工。

• 每栋楼设置样板区，模拟穿插，指引批量施工。

市政先行：在图纸具备的前提下，必须配合实现正式围墙、水电管网、网络通信、电力燃气、正式园建道路（消防道路）等先行施工（土方回填时同步施工），场平布置时考虑市政先行需求。由于市政管理的需要，商业外架需在项目部规定时间内拆除；同时综合考虑因市政配套限制，需配合砌筑预留管沟（含盖板），管沟的宽度不得小于 60 挖机施工宽度，具体管沟预留方案由甲方或专业分包提供。

交替施工：主体结构完成 45.5 天内需完成主体全部砌筑抹灰工程量；若主体施工阶段进行装修穿插，需满足

我方要求的穿插工作面提供进度，主体施工至十五层首层需移交完毕，外墙涂料穿插施工，外墙面实测数据需在拆模后 2 天内整改合格移交，外墙止水由我方施工。

5 “5+2+X—附着式升降脚手架”

5.1 附着式升降脚手架施工

外脚手架采用全钢附着式升降脚手架，与传统扣件式脚手架相比，安全省时。

满足外立面穿插提效进度，拟定爬架高度为 4.5 层；

脚手架立面采用全钢冲孔网防护网片封闭，冲孔网片由方管和角铁及冲孔钢板组成，通过 10x100 的螺丝安装在 60x60 的外立杆上面。

与传统密目安全网相比，全钢冲孔网防护严密，防火防火，抗冲击性远大于尼龙密目安全网，能有效抵抗施工过程中钢管、钢筋、木材的坠落冲击，避免高空坠物。塔式起重机的附着位置应提前深化；架体与铝模间距不小于 5cm；爬架内应自下而上连通设置爬梯并配扶手。



图 29 附着式升降脚手架立面图

5.2 附着式升降脚手架特点：

搭设简单，且拆装时间较少，完全封闭，满足穿插。

“5+2+X” — “2” “2” 主要表现在两大类型的装配式应用中实施（1 采取装配式装修、2 适度预制）。减少和缩短工期，节约人工成本；

①适度预制：

适度预制是在技术成熟的基础上，去应用可以提量、提率、减少人工。

目前应用范围：预制构件等。

适度预制特点：

工艺方面：

• 流水线生产预制，减少成本、劳动力。

质量方面：

• 标准化的定制。

“5+2+X” — “X”：

本工程施工范围包含土建、机电、消防等各分包单位 BIM 专项设计，协调参见各方信息的整合。

主要任务包含且不限于以下内容：

总平面布置管理：提供现场施工组织的三维模型图，直观展示现场机械布置、加工区、材料堆放、车辆出入口、生活区、办公区临建等市政设施^[1]。

地下室各专业管线(含分包)与结构:通过 BIM 对地下室综合管线进行建模(包括但不限于强弱电桥架、供排水管、风管、灯架等)综合考虑结构标高与地下室净高要求,妥善优化综合管线布置,做到横平竖直,排布清晰、强弱电分开,整洁美观。

BIM 技术模式贯穿于项目管理的全过程。项目建设的施工阶段,是实现规划设计的关键环节,依靠 BIM 技术管理体系,可以提升施工水平,既能保证施工质量,有能获得更多利益,具体体现在以下五个方面^[2]:

- (1) 三维渲染展示。
- (2) 快速算量,大幅提升精度。
- (3) 精确计划,减少浪费。
- (4) 虚拟施工,三维可视化功能再加上时间维度。
- (5) 碰撞检查,减少返工。

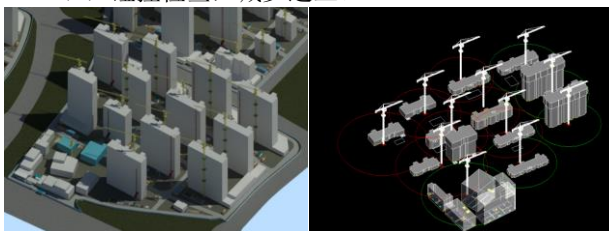


图 30 三维建模图

6 结语

综上,随着现代化建设的日益完善,在房建工程中更加追求效率、安全、智能化的现代建造,各类建造体系应运而生,而新型“5+2+x”建造体系就是其中一套较为完善、先进体系。在现代化进程中,应广泛应用信息技术,提高效率。

[参考文献]

[1]李立.基于 BIM 技术提升项目管理层次的研究与应用推广[D].青岛:青岛理工大学,2019.

[2]孙科忠.建筑施工管理中 BIM 技术的应用[J].建筑工程技术与设计,2018(07):55.

作者简介:林坡,男,(1996.09-),毕业院校:武夷学院;
现就职单位:中建一局集团第五建筑有限公司。