

国家重点研发计划资助项目（2016YFC0701900 / 2016YFC0701500）

装配式建筑培训系列教材

装配式混凝土建筑施工技术

Construction Technology of Precast Concrete Building

中建科技有限公司

中建装配式建筑设计研究院有限公司 编 著

中国建筑发展有限公司

中国建筑工业出版社

装配式建筑培训系列教材

装配式混凝土建筑施工技术

中建科技有限公司
中建装配式建筑设计研究院有限公司 编 著
中国建筑发展有限公司

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

装配式混凝土建筑施工技术/中建科技有限公司, 中建装配式建筑设计研究院有限公司, 中国建筑发展有限公司编著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2017. 12

装配式建筑培训系列教材

ISBN 978-7-112-21452-5

I. ①装… II. ①中…②中…③中… III. ①装配式混凝土结构-混凝土施工-技术培训-教材 IV. ①TU755

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 267821 号

本书全面、系统地讲解了装配式混凝土建筑施工技术, 具体包括: 装配式混凝土结构施工组织管理、施工关键技术、机电工程施工、内装施工、配套工装系统应用、信息化技术应用、质量控制及验收、工程案例。

本书适合装配式混凝土建筑施工人员使用, 也适合高等院校相关专业师生、科研院所技术人员参考使用。

责任编辑: 李 阳 李 明 朱首明 周 觅

责任设计: 李志立

责任校对: 焦 乐 王雪竹

装配式建筑培训系列教材 装配式混凝土建筑施工技术

中 建 科 技 有 限 公 司
中建装配式建筑设计研究院有限公司 编著
中 国 建 筑 发 展 有 限 公 司

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京海淀三里河路9号)
各地新华书店、建筑书店经销
北京建筑工业印刷厂制版
廊坊市海涛印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 16½ 字数: 410 千字

2017 年 12 月第一版 2018 年 9 月第二次印刷

定价: 45.00 元

ISBN 978-7-112-21452-5

(31072)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

序 言

2016年9月,《国务院办公厅关于大力发展装配式建筑的指导意见》(国办发[2016]71号)中提出要坚持标准化设计、工厂化生产、装配化施工、一体化装修、信息化管理、智能化应用,大力发展装配式混凝土建筑和钢结构建筑,提高技术水平和工程质量,促进建筑产业转型升级。2017年3月,住房和城乡建设部印发了《“十三五”装配式建筑行动方案》(建科[2017]77号),进一步明确了发展装配式建筑的工作目标,强调要形成装配式建筑专业化队伍,全面提升装配式建筑质量、效益和品质,实现装配式建筑全面发展。

在国家大力推广装配式建筑之际,建筑业转型升级迎来了重大机遇,国家及各级政府也都相继出台相关鼓励政策,颁布了相应的国家、行业及地方技术标准。此外,科技部在国家“十三五”重点研发方面,围绕“绿色建筑及建筑工业化”领域科技需求,广泛组织行业人员开展装配式建筑科研课题攻关,从基础理论、顶层设计、产业链整合和技术评估等多方面进行深入研究。装配式混凝土建筑是装配式建筑的主要结构形式,是实现建筑工业化的重要手段和主要抓手。我国通过总结、创新适合我国国情的装配式建筑关键技术体系,引进和消化国外先进技术,不断积累和改进,已基本形成相关结构体系并得到成功应用。目前,我国正处于快速发展并推广装配式建筑的关键时期。随着装配式建筑工程规模的逐渐增大,从事装配式建筑研发、设计、生产、施工和管理等环节的从业人员,无论是数量还是素质均已经无法满足装配式建筑的市场需求。据统计,我国建筑工业化专业技术人才的缺口已近百万人。截至目前,在高等院校的培养教育方面,建筑工业化发展所需后备人才仍是空白。因此,为了较好地加快装配式建筑领域专业人才的培养,中建科技有限公司、中建装配式建筑设计研究院有限公司、中国建筑发展有限公司受中国建筑工业出版社邀请,编写《装配式混凝土建筑设计》和《装配式混凝土建筑施工技术》等培训系列教材。希望通过本培训系列教材,使得传统建筑人才具备从事装配式建筑工程技术研发、设计、生产、施工及工程管理的知识和能力,从而全面提升装配式建筑的全产业链整合和实践能力,促进装配式建筑的可持续健康发展。

最后,由于装配式建筑发展迅速,新技术、新产品、新工艺等不断涌现,有一些行业技术标准也未统一,加之我们水平有限,书中难免有不妥和遗漏之处,谨请广大读者批评指正。

叶浩文

2017年7月

前 言

装配式建筑是指用预制的构件在工地装配而成的建筑，通过“标准化设计、工厂化生产、装配式施工、一体化装修、过程管理信息化”，全面提升建筑品质和建造效率，达到可持续发展的目标。发展装配式建筑是建造方式的重大变革，是推进供给侧结构性改革的新型城镇化发展的重要举措，也是推进建筑业转型的重要方式，有利于节约资源能源、减少施工污染、提升劳动生产效率和质量安全水平，有利于促进建筑业与信息化、工业化深度融合，培育新产业新动能，推动化解过剩产能，实现社会的可持续发展。

2016年9月27日《国务院办公厅关于大力发展装配式建筑的指导意见》（国办发〔2016〕71号）中提出力争用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%。该政策的出台将会促进预制装配式住宅的发展，同时也为装配式建筑技术带来了更大的挑战与更高的要求。

现阶段从事装配式建筑研发、设计、生产、施工、管理等的人员，已经无法满足装配式建筑的发展需求。为了加速培养具有装配式建筑技术的相关人才，中建科技有限公司、中建装配式建筑设计研究院有限公司、中国建筑发展有限公司受中国建筑工业出版社邀请，编写了本教材。本教材结合了目前装配式混凝土建筑的相关政策和国家现行标准规范，以培训装配式混凝土建筑施工人员为主要目标，重点介绍了装配式混凝土结构施工组织管理、施工关键技术、机电工程施工、内装、配套工装系统的应用、信息化应用技术、施工质量控制与验收，同时进行了相关的案例分析。本教材编写过程中力求内容精炼、图文并茂、重点突出、文字表述通俗易懂，便于相关人员更好地掌握装配式建筑的知识。

目 录

1 绪 论	1
1.1 国外装配式混凝土建筑施工技术的发展与现状	1
1.2 国内装配式混凝土建筑施工技术的发展与现状	2
2 施工组织管理	4
2.1 施工组织设计	4
2.2 进度控制	9
2.3 资源配置	15
2.4 各方协同	19
3 装配式混凝土结构施工关键技术	21
3.1 装配式混凝土结构施工技术概述	21
3.2 预制构件现场堆放	28
3.3 构件安装技术	32
3.4 构件连接技术	44
3.5 防水施工	57
3.6 现场现浇部位施工	61
4 机电工程施工	67
4.1 简介	67
4.2 机电深化设计与信息化应用技术	67
4.3 机电工程预留预埋	73
4.4 机电模块化组装	85
4.5 机电预安装及物流管理	93
5 装配式建筑内装	97
5.1 集成式卫生间施工	97
5.2 集成式厨房施工	108
5.3 装配式装修	121
6 装配式混凝土结构施工配套工装系统的应用	125
6.1 预制构件运输工装系统的应用	125
6.2 预制构件现场存储工装系统的应用	131
6.3 预制构件吊装工装系统的应用	133
6.4 预制构件安装工装系统的应用	140
6.5 装配式混凝土结构外围护工装系统的应用	158
7 装配式混凝土结构施工信息化应用技术	165
7.1 基于 BIM 的施工信息化技术	165

7.2	基于 BIM 的装配式施工总平面布置模拟	165
7.3	基于 BIM 的施工方案模拟和技术交底	169
7.4	基于 BIM 的进度控制	173
7.5	基于 BIM 的成本控制	177
7.6	基于 BIM 的合同管理	179
7.7	基于 BIM 的劳务管理	180
7.8	质量信息化管理技术	181
7.9	安全监控信息化管理技术	182
7.10	基于 BIM 的全过程移动物联网技术	183
7.11	基于 BIM 的 VR 技术	186
8	装配式混凝土结构施工质量控制及验收	188
8.1	预制构件生产过程监造	188
8.2	预制构件进场质量控制	196
8.3	构件安装质量控制	198
8.4	装配式施工验收	202
9	工程案例	207
9.1	裕璟幸福家园工程	207
9.2	成都新型工业园服务中心项目	223
9.3	中建·观湖国际（二）期 13 号楼项目	232
9.4	深港新城项目案例	246
	参考文献	254
	后记	255

1 绪 论

装配式混凝土建筑在西方发达国家已有半个世纪以上的发展历史，形成了各有特色和比较成熟的产业和技术。装配式建筑在国内虽然起步较早，但早期的预制混凝土结构也仅限于装配式多层框架、装配式大板等结构体系，还没有形成一个完整、配套的工业生产系统，施工技术远远满足不了住宅产业化生产需求。

1.1 国外装配式混凝土建筑施工技术的发展与现状

20 世纪中期，欧洲由于受第二次世界大战的影响，建筑受损严重，人们对建筑的需求量非常大。为解决房荒问题，欧洲一些国家采用了工业化方式建造了大量住宅，工业化住宅逐渐发展成熟，并延续至今。

预制装配式混凝土施工技术最早起源于英国，Lascell 进行了是否可以在结构承重的骨架上安装预制混凝土墙板的构想，装配式建筑技术开始发展。1875 年英国的首项装配式技术专利，1920 年美国的预制砖工法、混凝土“阿利制法”（Earley Process）等，都是早期的预制构件施工技术，这些预制装配式施工技术主要应用于建筑中的非结构构件，比如用人造石代替天然石材或者砖瓦陶瓷材料等。由于装配式建筑技术采用的是工业化的生产模式，受到现代工业社会的青睐。此后，受到第二次世界大战的影响，人力减少，且由于战时破坏急需快速大量修建房屋，这一工业化的生产结构更加受到欢迎，应用在了住宅、办公楼、公共建筑中。20 世纪 50 年代，欧洲一些国家采用了装配式方式建造了大量住宅，形成了一批完整的、标准的、系列化的住宅体系，并在标准设计的基础上生成了大量工法。日本于 1955 年设立了“日本住宅公团”，以它为主导，开始向社会大规模提供住宅，2000 年以后，全日本装配式住宅真正得到大面积的推广和应用，施工技术也逐步得到优化和发展，并延续至今。目前德国推广装配式产品技术、推行环保节能的绿色装配已有较成熟的经历，建立了非常完善的绿色装配及其产品技术体系，其公共建筑、商业建筑、集合住宅项目大都因地制宜，采取现浇与预制构件混合建造体系，通过策划、设计、施工各个环节精细化优化寻求项目的个性化、经济性、功能性和生态环保性能的综合平衡。德国装配式住宅与建筑目前主要采用双皮墙体系、T 梁、双 T 板体系、预应力空心楼板体系、框架结构体系。在混凝土墙体中，双皮墙占比 70% 左右，是一种抗震性能非常好的结构体系，在工业建筑和公共建筑中用混凝土楼板中，主要采用叠合板和叠合空心板体系。

1.2 国内装配式混凝土建筑施工技术的发展与现状

我国建筑工业化模式应用始于 20 世纪 50 年代,借鉴苏联的经验,在全国建筑生产企业推行标准化、工厂化和机械化,发展预制构件和预制装配建筑。从 20 世纪 60 年代初~80 年代中期,预制混凝土构件生产经历了研究、快速发展、使用、发展停滞等阶段。20 世纪 80 年代初期,建筑业曾经开发了一系列新工艺,如大板体系、南斯拉夫体系、预制装配式框架体系等,但在进行了这些实践之后,均未得到大规模推广。到 20 世纪 90 年代后期,建筑工业化迈向了一个新的阶段,国家相继出台了诸多重要的法规政策,并通过各种必要的机制和措施,推动了建筑领域的生产方式的转变。近年来,在国家政策的引导下,一大批施工工法、质量验收体系陆续在工程中实践应用,装配式建筑的施工技术越来越成熟。

2016 年 2 月 6 日,中共中央、国务院印发了《中共中央国务院进一步加强城市规划建设管理工作的若干意见》,其中指出,力争用 10 年左右时间,使装配式建筑占新建建筑的比例达到 30%。国务院办公厅于 2016 年 9 月 27 日印发了《关于大力发展装配式建筑的指导意见》,要以京津冀、长三角、珠三角三大城市群为重点推进地区,常住人口超过 300 万的其他城市为积极推进地区,其余城市为鼓励推进地区,因地制宜发展装配式混凝土结构、钢结构和现代木结构等装配式建筑。

当前,全国各级建设主管部门和相关建设企业正在全面认真贯彻落实中央城镇化工作会议与中央城市工作会议的各项部署。大力发展装配式建筑是绿色、循环与低碳发展的行业趋势,是提高绿色建筑和节能建筑建造水平的重要手段,不但体现了“创新、协调、绿色、开放、共享”的发展理念,更是大力推进建设领域供给侧结构性改革,培育新兴产业,实现我国新型城镇化建设模式转型的重要途径。虽然我国建筑工业化市场潜力巨大,但是由于工作基础薄弱,当前发展形势仍不能盲目乐观。当前的建筑业正在进行顶层设计、标准规范正在健全、各种技术体系正在完善、业主开发积极性正在提高。新型装配式建筑是建筑业的一场革命,是生产方式的变革,必然会带来生产力和生产关系的变革。

基于目前装配式建筑发展的形势,中建科技集团有限公司结合装配式混凝土建筑特点和 EPC 工程总承包管理的要求提出了适应装配式建筑发展的“三个一体化”的理念,即:满足系统性装配要求的建筑、结构、机电、装修一体化,满足工业化生产要求的设计、加工、装配一体化,满足装配式建筑发展要求的技术、市场、管理一体化。为行业转型发展,向着工业化、绿色化、信息化系统集成的方向迈进提供了理论支持和实践的方法论。中建科技研发形成了中建自主品牌的建筑工业化建筑结构体系、生产制造体系、施工装配体系、绿色建筑体系、未来建筑体系以及新材料工艺体系。中建科技充分融合中建系统各工程局、设计院和专业公司的资源,以“资本入股、技术研发、产品设计”+“市场经营、工厂管理、现场管理”的方式形成纽带,先后组建了中建科技福建公司、中建科技成都公司、中建科技武汉公司等十余个区域公司和两个建筑工业化研究分院,并先后在上海、武汉、成都、福州、郑州、天津等地投资兴建了十余个 PC 构件生产基地,形成了合理的区位发展布局。公司现进行的装配式建筑项目有:裕璟幸福家园工程项目、成都新型工业园服务中心项目、中建·观湖国际项目、深港新城项目等,这些项目都属于装配式混

混凝土建筑，预制率和装配率都高于国内同期建设的其他项目，且以 EPC 工程总承包的方式进行建设，建设过程将 BIM 技术和 EPC 工程总承包有机结合，在全国范围内起到了引领示范的作用。

装配式混凝土建筑的建造方式符合国内建筑业的发展趋势，随着建筑工业化和产业化进程的推进，装配施工工艺越来越成熟，但是装配式混凝土建筑还应进一步提高生产技术、施工工艺、吊装技术、施工集成管理等，形成装配式混凝土建筑的成套技术措施和工艺，为装配式混凝土建筑的发展提供技术支撑。在施工实践中，装配式混凝土建筑的设计技术、构件拆分与模数协调、节点构造与连接处理吊装与安装、灌浆工艺及质量评定、预制构件标准化及集成化技术、模具及构件生产、BIM 技术的应用等还存在标准、规程的不完善或技术实践空白等问题，在这方面尚需要进一步加大产学研的合作，促进装配式建筑的发展。

建筑业将逐步以现代化技术和管理替代传统的劳动密集型的生产方式，必将走新型工业化道路，也必然带来工程设计、技术标准、施工方法、工程监理、管理验收、管理体制、实施机制、责任主体等的改变。建筑产业现代化将提升建筑工程的质量、性能、安全、效益、节能、环保、低碳等的水平，是实现房屋建设过程中建筑设计、部品生产、施工建造、维护管理之间的相互协同的有效途径，也是降低当前建筑业劳动力成本、改善作业环境的有效手段。

2 施工组织管理

2.1 施工组织设计

2.1.1 总则

1. 编制原则

施工组织设计应具有真实性的预见性，能够客观反映实际情况，其应涵盖项目的施工全过程，做到技术先进、部署合理、工艺成熟，针对性、指导性、可操作性强。

2. 编制依据

(1) 施工组织设计应遵循与工程建筑有关的法律法规文件和现行的规范标准。

(2) 施工组织设计应仔细阅读工程设计文件及工程施工合同，理解把握工程特点、图纸及合同所要求的建筑功能、结构性能、质量要求等内容。

(3) 施工组织设计应结合工程现场条件，工程地质及水文地质、气象等自然条件。

(4) 施工组织设计应结合企业自身生产能力、技术水平及装配式建筑构件生产、运输、吊装等工艺要求，制定工程主要施工办法及总体目标。

2.1.2 主要编制内容

根据《建筑施工组织设计规范》GB/T 50502—2009 的要求，装配式建筑施工组织设计的主要内容应包括：

1. 编制说明及依据

依据的文件名称，包括合同、工程地质勘察报告、经审批的施工图、主要的现行适用的国家和地方标准、规范等。

2. 工程特点及重难点分析

从本工程特点分析入手，层层剥离出施工重难点，再到阐述解决措施；着重突出预制深化设计、加工制作运输、现场吊装、测量、连接等施工技术。

3. 工程概况

PC 工程建设概况、设计概况、施工范围、构件生产厂及现场条件、工程施工特点及重点难点，应对预制率、构件种类数量、重量及分布进行详细分析，同时针对工程重点、难点提出解决措施。

4. 工程目标

PC 工程的质量、工期、安全生产、文明施工和职业健康安全、科技进步和创优目标、服务目标，对各项目标进行内部责任分解。

5. 施工组织与部署

以图表等形式列出项目管理组织机构图并说明项目管理模式、项目管理人员配备及职责分工、项目劳务队安排；概述工程施工区段的划分、施工顺序、施工任务划分、主要施工技术措施等。在施工部署中应明确装配式工程的总体施工流程、预制构件生产运输流程、标准层施工流程等工作部署，充分考虑现浇结构施工与 PC 构件吊装作业的交叉，明确两者工序穿插顺序，明确作业界面划分。在施工部署过程中还应综合考虑构件数量、吊重、工期等因素，明确起重设备和主要施工方法，尽可能做到区段流水作业，提高工效。

6. 施工准备

概述施工准备工作组织及时间安排、技术准备、资源准备、现场准备等。技术准备包括标准规范准备、图纸会审及构件拆分准备、施工过程设计与开发、检验批的划分、配合比设计、定位桩接收和复核、施工方案编制计划等。

资源准备包括机械设备、劳动力、工程用材、周转材料、PC 构件、试验与计量器具及其他施工设施的需求计划、资源组织等。

现场准备包括现场准备任务安排、现场准备内容的说明，包括三通一平、堆场道路、办公场所完成计划等。

7. 施工总平面布置

结合工程实际，说明总平面图编制的约束条件，分阶段说明现场平面布置图的内容，并阐述施工现场平面布置管理内容。在施工现场平面布置策划中，除需要考虑生活办公设施、施工便道、堆场等临建布置外，还应根据工程预制构件种类、数量、最大重量、位置等因素结合工程运输条件，设置构件专用堆场及道路；PC 构件堆场设置需满足预制构件堆载重量、堆放数量的要求，应方便施工并结合垂直运输设备吊运半径及吊重等条件进行设置，构件运输道路设置应能够满足构件运输车辆载重、转弯半径、车辆交汇等要求。

8. 施工技术方案

根据施工组织与部署中所采取的技术方案，对本工程的施工技术进行相应的叙述，并对施工技术的组织措施及其实施、检查改进、实施责任划分进行叙述。在装配式建筑施工组织设计方案中，除包含传统基础施工、现浇结构施工等施工方案外，应对 PC 构件生产方案、运输方案、堆放方案、外防护方案进行详细叙述。

9. 相关保证措施

包括质量保证措施、安全生产保证措施、文明施工环境保护措施、应急响应、季节施工措施、成本控制措施等。

质量管理应根据工程整体质量管理目标制定，在工程施工过程中围绕质量目标对各部门进行分工，制定构件生产、运输、吊装、成品保护等各施工工序的质量管理要点，实施全员质量管理、全过程质量管理。

安全文明施工管理应根据工程整体安全管理目标制定，在工程施工过程中围绕安全文明施工目标对各部门进行分工，明确预制构件制作、运输、吊装施工等不同工序的安全文明施工管理重点，落实安全生产责任制，严格实施安全文明施工管理措施。

制定应急救援预案的目的是快速、有序、高效地控制紧急事件的发展，将事故损失减

小到最低程度。应急响应立足于安全事故的救援，立足于工程项目自援自救，立足于工程所在地政府和当地社会资源的救助。根据建设工程的特点，工地现场可能发生的安全事故有：坍塌、火灾、中毒、爆炸、物体打击、高空坠落、机械伤害、触电等，应急预案的人力、物资、技术准备主要针对这几类事故。

2.1.3 施工部署

1. 总体安排

根据工程总承包合同、施工图纸及现场情况，将本工程划分为：基础及地下室结构施工阶段、地上结构施工阶段、装饰装修施工阶段、室外工程施工阶段、系统联动调试及竣工验收阶段。

本工程施工阶段，塔楼区（含地下室）组织顺序向上流水施工，地下室分三段组织流水施工。工序安排上以桩基础施工→地下室结构施工→塔楼结构施工→外墙涂料施工→精装修工程施工→系统联合调试→竣工验收为主线，按照节点工期确定关键线路，统筹考虑自行施工与业主另行发包的专业工程的统一、协调，合理安排工序搭接及技术间歇，确保完成各节点工期。

2. 分阶段的部署

(1) 基础及地下室施工阶段

1) 区段划分

根据工程特点、后浇带位置以及施工组织需要，地下室结构施工阶段划分为 N 个区域进行施工， N 个区组织独立资源平行施工。

2) 施工顺序

进场后立即安排测量放线、土方开挖，再进行垫层、防水施工。土方施工完成后可安排塔式起重机的基础施工及塔式起重机安装工作，保证后续施工的材料运输。

(2) 主体结构施工阶段部

1) 区段划分

根据地上塔楼及工业化施工特点，地上结构施工分为塔楼现浇层和预制层。各塔楼再根据工程量、施工缝、作业队伍等划分施工流水段。

2) 施工顺序

各栋塔楼均组织资源独立施工，现浇层建议采用高周转模板，预制层采用预制构件拼装施工，现浇段宜采用铝合金模板进行施工。

(3) 竣工验收阶段

竣工验收阶段的工作任务主要包含系统联动调试、竣工验收及资料移交。

1) 系统联动调试

市政供水、供电系统完成后，立即开展机电各系统的单机调试工作，消防、环保、节能等工程提前报验，满足工程整体竣工验收要求；机电系统调试分电气系统调试、通风空调系统调试、给水排水系统调试、消防系统调试、电梯、弱电等单系统调试等，各系统的单项调试完成后进行综合系统联合调试，然后完成各系统验收。

2) 竣工验收

各专业分包必须负责施工工程竣工图的编制管理工作，总承包根据竣工图验收要求对

各专业分包所绘制的竣工图进行符合性审查。

属于专业工程需单独验收的，经总承包预验合格后，再报监理工程师进行监理预验，合格后由该专业分包与专业工程验收管理部门、监理工程师、发包人协商确定验收时间，并及时通知总承包参与验收。不必需要办理单独验收的，经总承包预验合格后，上报监理工程师，由监理工程师预验合格后，专业分包、总承包人、监理工程师和发包人协商验收。

办理工程预验及验收前，各专业分包应将准备验收工程的场地清理干净。

3) 资料移交

总承包在规定时间内收集所有竣工备案资料，对不属于施工总承包管理直接提供的其他单位的资料，进行跟踪、督促、协调，及时向发包人反馈收集和协调情况，收集齐全所有竣工备案资料后，按规定向有关部门提交竣工备案资料，并向发包人反馈备案办理进度。

2.1.4 施工平面布置

施工平面布置时，首先应进行起重机械选型工作，然后根据起重机械布局、规划场内道路，最后根据起重机械以及道路的相对关系确定堆场位置。预制拼装与传统现浇相比，影响塔式起重机选型的因素有了一定变化。同样，增加的构件吊装工序，使得起重机对施工流水段及施工流向的划分均有影响。

1. 各阶段施工场地分析

(1) 在基础、地下结构和地上现浇层施工阶段，土方工程、现浇混凝土工程施工工作量大，现场需要较多的施工材料堆放场地和临时设施场地。此阶段平面布置的重点既要考虑满足现场施工需要的材料堆场，又要为预制构件吊装作业预留场地，因此不宜在规划的预制构件吊装作业场地设置临时水电管线、钢筋加工场等不宜迅速转移场地的临时设施（图 2.1-1）。

(2) 在预制装配层施工阶段，吊装构件堆放场地要以满足 1d 施工需要为宜，同时为以后的装修作业和设备安装预留场地，因此需合理布置塔式起重机和施工电梯位置，满足预制构件吊装和其他材料运输（图 2.1-2）。

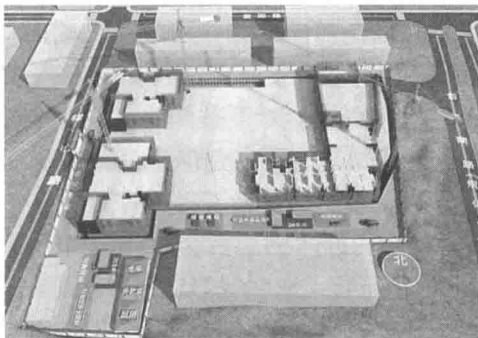


图 2.1-1 地下及地上现浇施工阶段示意

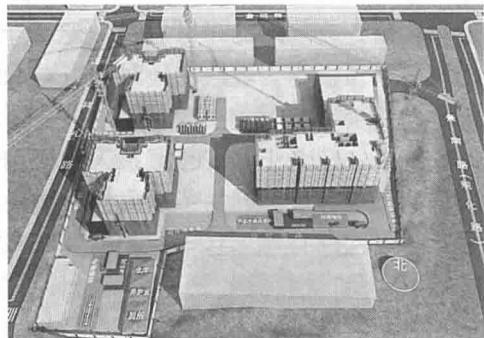


图 2.1-2 预制装配式施工阶段示意

(3) 在装修施工和设备安装阶段,有大量的分包单位将进场施工,按照总平面图布置此阶段的设备和材料堆场,按照施工进度计划材料设备如期进场是关键(图 2.1-3)。

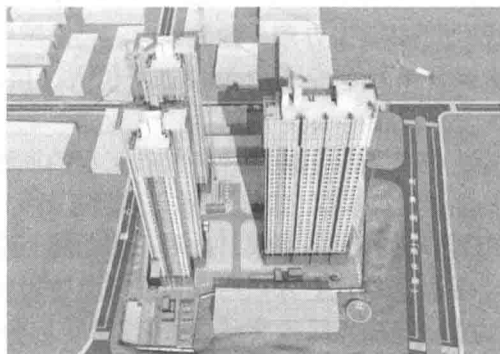


图 2.1-3 装修与设备安装阶段示意

(4) 根据场地情况及施工流水情况进行塔式起重机布置;考虑群塔作业,限制塔式起重机相互关系与臂长,并尽可能使塔式起重机所承担的吊运作业区域大致相当。

(5) 根据最重预制构件重量及其位置进行塔式起重机选型,使得塔式起重机能够满足最重构件起吊要求;根据其余各构件重量、模板重量、混凝土吊斗重量及其与塔式起重机相对关系对已经选定的塔式起重机进行校验;塔式起重机选型完成后,根据预制构件重量与其安装部位相对关系进行道路布置与堆场布置。由于预制构件运输的特殊性,需对运输道路坡度及转弯半径进行控制,并依照塔式起重机覆盖情况,综合考虑构件堆场布置;预制构件堆场的布置,需对构件排列进行考虑,其原则是:预制构件存放受力状态与安装受力状态一致。

2. 预制构件吊装阶段平面布置要求

(1) 在地下室外墙土方回填完后,需尽快完善临时道路和临水临电线路,硬化预制构件堆场。将来需要破碎拆除的临时道路和堆场,可采取能多次周转使用的装配式混凝土路面、场地技术,将会节约成本减少建筑垃圾外运。

(2) 施工道路宽度需满足构件运输车辆的双向开行及卸货吊车的支设空间;道路平整度和路面强度需满足吊车吊运大型构件时的承载力要求。

(3) 构件存放场地的布置宜避开地下车库区域,以免对车库顶板施加过大临时荷载,当采用地下室顶板作为堆放场地时,应对承载力进行计算,必要时应进行加固处理(需征得设计同意)。

(4) 墙板(图 2.1-4)、楼面板等重型构件宜靠近塔式起重机中心存放,阳台板、飘窗板等较轻构件可存放在起吊范围内的较远处。

(5) 各类构件宜靠近且平行于临时道路排列,便于构件运输车辆卸货到位和施工中按顺序补货,避免二次倒运。

(6) 不同构件堆放区域之间宜设宽度为 0.8~1.2m 的通道。将预制构件存放位置按构件吊装位置进行划分,并用黄色油漆涂刷分隔线,并在各区域标注构件类型,存放构件时一一对应,提高吊装的准确性,便于堆放和吊装。

(7) 构件存放宜按照吊装顺序及流水段配套堆放。

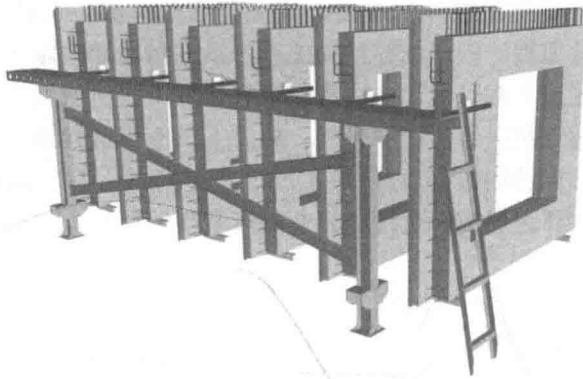


图 2.1-4 预制墙板堆放示意

2.2 进度控制

2.2.1 装配式施工项目总体施工进度控制

1. 装配式混凝土项目进度管控的原则和内容

(1) 管控原则

装配式混凝土建造项目，应选择 EPC 总承包管理模式，最大限度上协调设计、生产、施工；坚持建筑、结构、机电、装修一体化的技术体系，从而从根本上提高设计、生产、建造效率。

(2) 管控内容

项目的进度管控，应从设计、生产、施工等各环节统筹考虑，充分发挥 EPC 总承包的优势。设计方面，必须明确出图时间节点和出图深度；构件生产方面，应提前介入，熟悉图纸，对一些特殊构件提早准备；施工方面，应经常性地与各方沟通。

项目的进度管控，要从进度的事前控制、事中控制、事后控制等方面进行，形成计划、实施、调整（纠偏）的完整循环。

进度的事前控制，就是要确定工期目标、编制项目实施总进度计划及相应的分阶段（期）计划、相应的施工方案和保障措施。其中重点是明确设计的出图时间节点和施工进度计划的编制。

施工进度计划是施工现场各项施工活动在时间、空间上前后顺序的体现。合理编制施工进度计划就必须遵循施工技术程序的规律、根据施工方案和工程开展程序去进行组织，这样才能保证各项施工活动的紧密衔接和相互促进，起到充分利用资源，确保工程质量。施工进度计划按编制对象的不同可分为：施工总进度计划、单位工程进度计划、分阶段（或专项工程）工程进度计划、分部分项工程进度计划四种。施工进度计划编制后应进行工期优化、费用优化和资源优化，再确定最终计划。装配式混凝土工程在进度计划编制中，应重点关注起重设备使用计划和构件吊装计划情况，此两项内容应该单独编制细部计划。其中施工总进度计划、单位工程进度计划最好同时绘制网络图和横道图，方便计划调整和纠偏。

进度的事中控制主要是审核计划进度与实际进度的差异，并进行工程进度的动态管理，即分析进度差异的原因，提出调整的措施和方案，相应调整施工进度计划、资源供应计划。对于装配式混凝土工程，施工中应重点观察起重吊装机械的运行效率、构件安装效率等，并与计划和企业定额进行对比。另外，施工人员应经常性地与工厂保持联络。若现场条件允许，应保证一定的构件存放量。

进度的事后控制主要是当实际进度与计划进度发生偏差时，在分析原因的基础上应采取以下措施：

- 1) 制定保证总工期不突破的措施。
- 2) 制定总工期突破后的补救措施。
- 3) 调整相应的施工计划，并组织协调相应的配套设施和保障措施。

2. 施工现场与设计、构件厂的协调

装配式混凝土结构的现场施工中预制构件的吊安处在关键线路上，是关键工作。而作为构件吊安的前提，构件的进场必须按计划得到保证。现在的施工项目中，由于构件供应不及时造成工期延误的情况屡有发生，其原因可能是设计、生产、运输、存放等多方面因素造成的，有时甚至是几种因素混合在一起，造成构件不能正常供应，影响施工进度。

设计是构件生产的前提，构件生产是现场吊安的前提。设计方出图时间和出图质量直接影响深化设计和工厂的生产准备，从而影响工程整体进度。所以，装配式混凝土建筑，要采用 EPC 总承包模式，统一协调管理，以期高效。对设计的进度要求一般在项目策划阶段，就同工程总进度计划一起予以明确。构件厂、施工现场技术人员应与设计人员紧密联系，必要时应召开协调会。

在工程总进度计划确定之后，施工单位应排出构件吊装计划，并要求构件厂排出构件生产计划。现场施工人员应同构件厂紧密联系，了解构件生产情况，并根据现场场地情况考虑构件存放量。一般而言，施工现场提前 45d 将计划书面通知构件厂为宜。驻厂监造人员应参与构件生产进度的监察和管控。构件厂应制定进度的保证措施和应急预案，包括调整排产计划、增加资源投入等。

构件进场前，施工单位应与构件厂商定每批构件的具体进场时间及进场次序。构件进场应充分考虑构件运输的限制因素（如所经道路是否限制大型车辆通行、限制的时间、是否限高、转弯半径等），确定场内外行车路线。

3. 工序之间的穿插

装配式建筑的施工工期优势，还体现在工序的穿插方面。施工中应与当地政府主管部门进行沟通，采取主体结构分段验收的形式，提前进行装饰装修施工的穿插，实现多作业面同时有序施工，提高整体效率。

2.2.2 施工现场进度控制

1. 构件吊安工作安排

下面以剪力墙结构、标准层构件吊安工作安排为例进行简要阐述：标准工期为 5d 一层，综合考虑前期装配施工，装配工人安装熟练程度，前 2~3 层装配施工按 7d 一层施工，待装配工人装配工序熟练后，可按 5d 一层施工。

标准层 5d 流水作业计划见表 2.2-1。