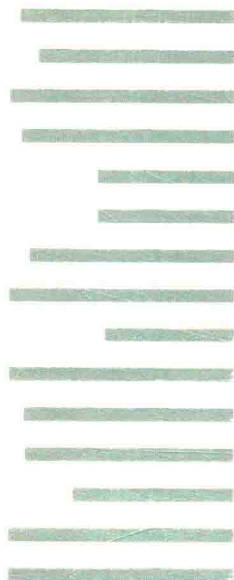


一体化建造

——新型建造方式的
探索和实践

叶浩文 著



中国建筑工业出版社

一体化建造

——新型建造方式的
探索和实践

叶浩文 著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

一体化建造——新型建造方式的探索和实践 / 叶浩文著. — 北京: 中国建筑工业出版社, 2019.2

ISBN 978-7-112-23187-4

I. ①—… II. ①叶… III. ①建筑工程—研究 IV. ①TU

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 011280 号

本书共 8 章, 分别是: 一体化建造背景; 一体化建造内涵; 建造方式的变革; 一体化建造流程; 一体化建造技术方法; 一体化建造创新技术; 一体化建造管理模式; 一体化建造实践案例。

本书适用于建筑设计、施工、管理从业人员参考使用。

责任编辑: 万 李 范业庶

责任校对: 芦欣甜

一体化建造

——新型建造方式的探索和实践

叶浩文 著

*

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

北京点击世代文化传媒有限公司制版

北京京华铭诚工贸有限公司印刷

*

开本: 787×960 毫米 1/16 印张: 15 字数: 237 千字

2019 年 1 月第一版 2019 年 1 月第一次印刷

定价: 55.00 元

ISBN 978-7-112-23187-4

(33269)

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—

今年是我国改革开放四十周年，也是浩文同志在建筑业工作奋斗的四十年。值此，浩文同志根据自己近四十年的工作实践，经过所想所感的思考升华，把握当前建筑业转型发展要求，站在新时代创新发展高度，针对建造方式变革进行深入研究和思考，提出了“一体化建造”的理论和方式，具有较强的系统性、理论性和创新性，这对于当前我国建筑业转型发展、建造方式变革无疑是具有指导意义的。

纵观全书，可以体会到具有以下鲜明特点，一是展现出浩文同志开阔的研究视野和扎实的实践基础。这与他近四十年一直坚守在工程建设第一线，做过技术员、工长、项目经理、总工程师、董事长等丰富的职业经历有关，使其研究的问题具有前瞻性，能够把握问题的本质，系统地分析问题，更能立足于宏观视角，把控工程项目的运行，从顶层设计层面屡屡提出工程项目运行管理的创新思路和方法。很显然，该书延续了这种宏观的战略思维和“不谋全局者，不足谋一域”的视角。二是体现了较强的学术创新精神。浩文同志提出的“一体化建造”理论，具有较强的创新性，为我国建造方式的变革提供了一种可以借鉴的理论基础，对于建筑业的创新发展无疑是一种重要启迪和促进。三是把握了新时代发展的脉搏。在国家大力发展装配式建筑的新时期，浩文同志调到了中建集团总部工作，专注于装配式建筑研究与发展，三年多来，从无到有，从理论到实践，不断学习探索，提出了装配式建筑“三个一体化”的发展理念、REMPC工程管理模式，这些思想观点已经和正在得到业界的

广泛认同，并已经取得了世人瞩目的业绩。

书中自始至终洋溢着浩文同志对建造方式变革的热忱和追求。如果说广州“西塔”和“东塔”的建造完成是他从事工程建设管理和技术研究的一个重要里程碑的话，而今他又在“装配式建筑”“绿色建筑”研究等方面实现了诸多建树。目前我国装配式建筑方兴未艾，在此我真诚希望浩文同志百尺竿头、不懈上攀，带领中建的相关团队在研究中实践，在实践中升华，促进我国装配式建造水平更快提升；也希冀更多有识之士投入其中，积极贡献智慧和力量。

我相信本书的出版发行，一定会为我国装配式建筑的发展、建造方式变革及建筑业转型升级起到积极的引导和促进作用。

中国工程院院士
中建股份首席专家
同济大学土木工程学院教授



2018年12月3日

— 前言 —

我出生在一个建筑世家，是建筑人的后代，从小就愿意跟着父亲学做木工，儿时的梦想就是建造高楼。参加工作后，有幸迈进了建筑行业，从事工程建设事业，圆了自己儿时的梦。一干就将近四十年，这四十年，正是我国改革开放的四十年，也是我国建筑业大发展的四十年，同时，也是我人生奋斗的四十年。近40年来，本人作为一名工程师，一直坚守在行业的第一线，亲身参与建造的高楼已难以计数，但是，最值得骄傲的是主持建造了广州“西塔”与广州“东塔”项目，不仅为自己圆了建造摩天大楼的梦，也为亲历建筑业这四十年改革发展历程，以及中国建筑业取得的辉煌成就感到由衷的自豪。

回首往事，感慨万千，依然心存梦想。在当今中国建筑业转型升级、建造方式变革的新时期，我现在的梦想就是要用装配化、一体化、工业化建造方式来建造一个“未来建筑”。调到中建科技集团有限公司工作也促使我对这样一个梦想有了进一步的认知和感悟，特别是经过这三年多的工作实践，也形成了一些系统性思考。为此，选择了“一体化建造”这个主题，作为自己四十年的工程实践总结，奉献给这个伟大的新时代。

建筑是凝固的音符，凝聚了时代、科技、文化、社会发展的元素，可以最直接最直观地体现一个工程师的价值与成就。进入新时代，更加促使我对“未来建筑”梦想的期待，同时也增强了我对一体化建造方式进行探索的信心。“一体化建造”不仅是建造活动的思维方法，也是新时代的发展观，它对应着传统粗放的建造方式，是建造方式的重大变革，

也是建筑业向高质量发展的现实要求。

目前，我国建筑业还处于“大而不强”，建造方式相对传统、粗放，工程建造品质不能满足人民群众日益增长的需求，工程组织方式不适应现代化的建造方式，尤其是产业创新发展水平，与供给侧结构性改革的总体要求相比，还有较大的差距，制约着建筑业向高质量发展目标迈进。在此大背景下，根据自己的不断探索和工程实践，编写了《一体化建造——新型建造方式的探索和实践》一书，旨在把握新时代发展要求，提出适应现代化发展的建造方式，期许为推动我国建造方式变革尽绵薄之力。

本书的编辑和出版离不开中建科技集团有限公司全体同仁的大力支持，感谢叶明、江国胜、樊则森、周冲、李张苗、刘若南、王兵等同事的大力帮助。

叶浩文

2018年12月3日

— 目录 —

第 1 章 一体化建造背景	1
1.1 中国古代建筑的建造方式	1
1.2 国外建筑的建造方式	3
1.2.1 日本	3
1.2.2 欧洲	4
1.2.3 美国	4
1.3 当今中国建筑的建造方式	5
1.3.1 建筑业的发展成就	5
1.3.2 面临的主要问题	6
1.3.3 分析与思考	7
第 2 章 一体化建造内涵	9
2.1 一体化建造的基本概念	9
2.1.1 什么是一体化建造	9
2.1.2 一体化建造的内涵	10
2.1.3 一体化建造与传统建造方式的区别	10
2.2 一体化建造的系统论	11
2.2.1 系统工程理论	11
2.2.2 系统设计理念	12
2.2.3 技术系统构成	13

2.2.4	系统设计方法	14
2.3	“三个一体化”的建造方式	17
2.3.1	建筑、结构、机电、装修一体化	17
2.3.2	设计、生产、施工一体化	17
2.3.3	技术、管理、市场一体化	18

第3章 建造方式的变革 19

3.1	装配式建筑	19
3.1.1	装配式建筑的基本概念	19
3.1.2	装配式建筑的基本特征	20
3.1.3	装配式建筑的发展内涵	21
3.1.4	装配式建筑发展中存在的问题	21
3.2	建造方式变革	22
3.2.1	经营理念的变革	22
3.2.2	建造技术的变革	23
3.2.3	组织内涵的变革	23
3.2.4	核心能力的变革	23

第4章 一体化建造流程 25

4.1	一体化建造协同原则	25
4.1.1	三个统一的原则	25
4.1.2	工程建造统筹管理原则	27
4.2	一体化建造设计流程	28
4.2.1	设计流程分析	28
4.2.2	一体化建造设计要求	31
4.3	构件制作工艺流程	33
4.3.1	构件制作工艺流程	33
4.3.2	构件制作协同要求	34
4.4	施工的组织流程	36
4.4.1	装配式施工流程	36

4.4.2	施工组织协同要求	38
第5章	一体化建造技术方法	40
5.1	标准化设计	40
5.1.1	标准化设计的重要性	40
5.1.2	当前标准化设计面临的问题	41
5.1.3	标准化设计的技术方法	42
5.2	工厂化制造	44
5.2.1	工厂化制造的重要性	44
5.2.2	工厂化制造的现状和问题	45
5.2.3	工厂化制造的技术方法	46
5.3	装配化施工	47
5.3.1	装配化施工的重要性	47
5.3.2	装配化施工的现状与问题	48
5.3.3	装配化施工的技术方法	48
5.4	一体化装修	49
5.4.1	一体化装修的重要性	49
5.4.2	一体化装修的现状与问题	50
5.4.3	一体化装修的技术方法	50
5.5	信息化管理	51
5.5.1	信息化管理的重要性	51
5.5.2	信息化管理的现状与问题	52
5.5.3	信息化管理的技术方法	53
第6章	一体化建造创新技术	55
6.1	数字化设计技术	55
6.1.1	数字化设计概念	55
6.1.2	标准化正向设计	56
6.1.3	BIM 模型交付	58
6.1.4	BIM 模型应用	58

6.2	智能化生产技术	64
6.2.1	智能化生产概念	64
6.2.2	BIM 数据接入生产系统	64
6.2.3	计划协同与进度管理	65
6.2.4	材料采购与库存管理	66
6.2.5	BIM 信息接入生产设备	66
6.2.6	自动化生产过程	67
6.2.7	信息化质量检验	67
6.2.8	可追溯信息管理	67
6.2.9	智能化堆场管理	68
6.2.10	精细化物流管理	68
6.3	智慧化施工技术	69
6.3.1	智慧化施工概念	69
6.3.2	基于 BIM 信息的装配现场	69
6.3.3	场地平面布置预演	70
6.3.4	施工进度预演	71
6.3.5	装配工艺工序预演	71
6.3.6	可视化作业指导	72
6.3.7	现场实际高效施工	72
6.4	智慧建造平台	73
6.4.1	智慧建造平台概念	73
6.4.2	智能建造平台应用——项目及部品部件库	73
6.4.3	智能建造平台应用——在线采购	73
6.4.4	智能建造平台应用——综合查询	74
6.4.5	智能建造平台应用——远程项目监控	74
6.4.6	智能建造平台应用——质量管理	75
6.4.7	智能建造平台应用——人员管理	75
6.4.8	智能建造平台应用——进度管理	76
6.4.9	智能建造平台应用——成本管理	76

第7章 一体化建造管理模式	78
7.1 工程建设管理现状及发展趋势	78
7.1.1 工程建设管理现状	78
7.1.2 工程建设管理发展趋势	79
7.2 一体化建造与 EPC 管理模式	80
7.2.1 必要性	81
7.2.2 主要优势	82
7.2.3 主要作用	82
7.3 一体化建造能力建设	83
7.3.1 核心能力的概念及特征	83
7.3.2 EPC 工程总承包模式企业核心能力分析	85
7.3.3 EPC 工程总承包模式企业核心能力建设	85
第8章 一体化建造实践案例	89
【案例1】 我与孟建民院士“三个一体化发展论” 访谈录 ...	89
【案例2】 我与袁滨教授就“装配式建筑发展问题” 访谈录 ...	96
【案例3】 考察欧洲装配式建筑发展的经验与启示	106
【案例4】 在《施工技术》杂志上发表的论文（摘录）	124
【案例5】 在《工程管理学报》上发表的论文（摘录）	131
【案例6】 在《建设科技》杂志上发表的论文（摘录）	139
【案例7】 深圳裕璟幸福家园工程项目实践	150
【案例8】 深圳长圳公共住房项目实践	176
【案例9】 深圳市坪山高新区综合服务中心项目实践	192
【案例10】 山东建筑大学教学实验楼工程项目实践	205
【案例11】 广州国际金融中心工程（广州西塔）项目实践 ...	212
【案例12】 广州周大福金融中心工程（广州东塔）项目实践 ...	221

第1章

一体化建造背景

“一体化建造”从来就没有明确定义，也不是新概念。无论从物质生产的本质上看，还是从房屋建造全过程的效率和效益来讲，房屋就应该是一体化建造。“建造”作为一个动词，它所传递的信息不应仅是建造施工，而应包含更多的动态信息，比如建筑设计、制作、施工及时间、人力、工具、材料等要素，是房屋建筑从设计到建成的全过程更全面系统的表达。然而，建造过程中的种种要素，不是独立存在的，而是相互依存、相互关联，在整个建造活动中各环节、各阶段、各个生产要素是一体化、系统性和有机的整体。从古到今，从国内到国外，在房屋建造活动中都能找到“一体化建造”的例证，都能从中发现一体化建造所带来的经济性、合理性和科学性。

1.1 中国古代建筑的建造方式

古老的中国房屋建造大多都是从设计开始，并由设计者带领泥瓦匠、木匠进行施工建造，许多朝代官府通过“匠役”制度加以管理，设立作坊营建政府工程。近代中国，受到西方资本主义经营方式的影响，在一些沿海城市成立营造厂和建筑事务所，从事施工与设计业务，孕育了中国建筑业的萌芽与未来。

早在唐代以《营缮令》指导工程建设的标准化、模数化,唐大明宫以及唐乾陵在规划时,按方 100 步(50 丈^[1])的方格为控制网,并以材高为模数,以一层柱高为立面、断面上的扩大模数,说明唐代在城市建设和单体建筑设计上就有了一体化的设计方法。

至北宋时期,李诫编著了《营造法式》,更系统地运用建筑模数来指导房屋的全过程建造,许多朝代官府通过“匠役”制度加以管理,设立作坊营建政府工程。《营造法式》中,载有一套包括设计原则、标准规范并附有图样的材份制。材份制不仅用于斗拱,而且用于木结构的各种构件,形成了一套完整的制度。《营造法式》记有:“凡构屋之制,皆以‘材’为祖。材有八等,度屋之大小而用之”、“各以其材之广分为十五分,以十分为其厚。凡屋宇之高深,各物之短长,曲直举折之势,规矩绳墨之宜,皆以所用材之分以为制度焉。”

随着木结构建筑技术的不断发展,清初颁布《工程做法》,以“斗口”制进一步提升了建筑构件的标准化和规范化,使一体化的工程建造更具有可行性。清代最重要的皇家建筑,大多出自总设计师“样式雷”之手。皇家建筑的建造首先要进行设计,画出精细的建筑草图,详细记载了工程的每一个细节,每一个结构的尺寸,然后将图上的建筑景致,用模型呈现出来。模型都按比例制作,尺寸基本有两种。一种是分样,一种是寸样。如五分样、寸样、二寸样、四寸样、五寸样等,即与建筑尺寸比例分别属 1/200、1/100、1/50、1/25 至 1/20 等。比例根据需要选择,细致到房瓦、廊柱、门窗甚至室内陈设的桌椅屏风等。再用草纸板、秫秸、木料等材料加工制作,在三维空间内研究建筑设计的模型,从平面到立体,原理与现代建筑的三维空间设计如出一辙。“样式雷”的贡献就是将这一设计程序标准化、规范化,并命名为“烫样”。设计图样确定后,还会绘制“现场活计图”,即施工现场的进展图,从基础开挖,到主体施工,从屋面完成,到室内装修,都详细绘制,为精确施工提供依据。

中国古代建筑,不是仅靠工匠的经验,而是有一套科学、严格的工艺流程。古代的斗拱结构建筑,匠师按所用材等真长绘制(设计),以

[1] 1 丈=3.33m。

份值表示的丈杆交给工匠，工匠能背诵以口诀形式表达各构件份值（标准化），以份值为依据直接进行预制加工（工厂化），再以现场装配各种构件为主进行建造（装配化），其建造过程可谓一体化建造的典范。

1.2 国外建筑的建造方式

与中国主流建筑“以木为主”建造结构相比，西方建筑的建造形式主要是“以石为本”，其结构体系主要基于砖石材料。在推行建筑工业化之前，西方不同历史时期的建筑，无论是古埃及法老王的陵墓、希腊诸神的庙宇、罗马的公共建筑、基督教的大教堂，抑或帝王的宫廷，都是以砖石为最基本的建筑材料。无论是“方石砌”还是“乱石砌”，都是以砖石间一定的协调模数关系为依据而进行整体设计建造的。罗马圣彼得大教堂的建设，先后有达·芬奇、伯拉孟特、拉斐尔等多位大师手绘建设蓝图，充分体现了西方古建筑的一体化建造思想。

当然，全面反映一体化建造水平的，还是西方工业革命后蓬勃发展的工业化建筑。18世纪60年代在英国率先掀起的工业革命，让造船、汽车等制造业生产效率大幅提升，这对建筑业也产生了积极的影响，欧洲开始兴起新建筑运动，尝试工厂预制生产、现场机械装配的建造方式，开始了建筑工业化的有益探索。第二次世界大战后，在西方国家亟需大量住房和劳动力严重缺乏的情况下，因建筑工业化工作效率高，逐渐成为很多国家的共同选择。1974年，联合国出版的《政府逐步实现建筑工业化的政策和措施指引》将“建筑工业化”定义为：按照大工业生产方式改造建筑业，使之逐步从手工业生产转向社会化大生产的过程。建筑工业化的基本途径是建筑标准化、构配件生产工厂化、施工机械化和组织管理科学化。装配式建筑成为建筑工业化的主要路径，一体化建造则成为建筑工业化的基本特征。

1.2.1 日本

第二次世界大战后，日本的建筑工业化发展十分迅速，在整体性抗震和隔震设计方面取得突破的基础上，企业技术开发和设计体制的市场

化水平显著提升,形成了成熟的工业化建筑技术指导手册,并在标准化、一体化设计基础上,发展了许多风格各异的个性化住宅体系,可供消费者选购和订制,同时,结构部品、装修材料、厨卫、五金件以及建筑各种附件也都可进行标准化生产和商品化供应。基于这种良好的产业化发展基础,推动日本工程总承包企业从项目前期策划、系统设计、量化生产、现场装配和居住运维等环节上,普遍形成了企业自身的全过程建造手册,有力提升了工程全过程、全专业、全生命期的一体化建造品质。而且大型工程总承包企业都有自己的PC工厂,这些PC工厂以“管理机构轻量化、产业工人技能化、管理组织科学化、排产计划有序化、生产质量精细化、制造流程绿色化”为特征,在生产环节,很好地支撑了装配式建筑的一体化建造。

1.2.2 欧洲

欧洲是预制建筑的发源地。第二次世界大战后,由于劳动力资源短缺,欧洲更加重视研究、推广建筑工业化模式,积累了许多预制建筑的设计施工经验,形成了各种专用预制建筑体系和标准化的通用预制产品系列,编制了一系列预制混凝土工程标准和应用手册,对推动预制混凝土的全球应用和工业化建筑的一体化建造起到了很好的示范作用。英国非常重视以集成化、高效率为特点的建筑全产业链整合,通过新产品开发、集约化组织、工业化生产,提升工程一体化建造效率,以实现政府确定的“成本降低10%,时间缩短10%,缺陷率降低20%,事故发生率降低20%,劳动生产率提高10%,最终实现产值利润率提高10%”的产业发展目标;德国以大力发展通用体系为抓手,在建立相关标准规范基础上,鼓励不同类型装配式建筑技术体系的研究,逐步形成了适用范围更广的通用技术体系,从而在标准化设计、规模化应用、自动化生产和集约化管理等多个维度,充分展现了工业制造水平的一体化建造能力。

1.2.3 美国

第二次世界大战之后,美国的工业项目快速发展,一些大型项目技术复杂,对工程建设的周期、造价和质量等方面要求很高,如果设计和

施工分属不同单位,很容易导致设计方和施工方之间的争端,造成投资增加和工期拖延,而美国普遍采用的 DB 模式(设计+建造,包含 EPC 模式),能够通过一体化的设计和建造,有效减少设计和施工的摩擦,避免业主多头管理,顺应了工业化建筑的发展要求。在这种模式下,集设计与施工方式于一体,由一个实体按照一份总承包合同承担全部的设计和施工任务,在缩短工期、降低造价、便于施工和减少索赔争端等方面起到了好的作用,为此,一体化建造方式在美国受到各类业主广泛推崇。此外,美国城市住宅结构基本上以工厂化的混凝土装配式和钢结构装配式为主,住宅构件和部品的标准化、系列化、社会化程度很高,且全部实行装配式装修,没有毛坯房交付现象,所以住宅建设过程中的一体化建造也有很好的市场基础。也正是基于上述因素,美国的工程总承包业务发展很好,一直占领着国际工程总承包市场的龙头地位。

1.3 当今中国建筑的建造方式

1.3.1 建筑业的发展成就

建筑业是国民经济的支柱产业。改革开放 40 年来,建筑业取得了突飞猛进的发展,建造能力不断增强,产业规模不断扩大,吸纳了大量农村转移劳动力,带动了大量关联产业,有力支撑了国民经济增长,为经济社会发展、城乡建设和民生改善作出了重要贡献,取得了辉煌成就。2017 年,我国国内生产总值 82.71 万亿元,建筑业总产值达 21.40 万亿元,占国内生产总值的 25.87%。据有关数据显示,中国建筑业增加值这个数字已超过美国,居全球第一(图 1-1)。

与此同时,近年来建筑业的建造管理水平,在高、大、尖、深领域也取得了快速提升。放眼全球,很多“建筑之最”都已写上“中国”的名字。比如:世界上前 10 座最高的摩天大楼,其中有 5 座由中国建造;世界最长的跨海大桥,长 55km,被英国《卫报》称为“现代世界七大奇迹”之一的港珠澳大桥;世界最高的桥梁,高度 565m,横跨号称“世界大峡谷”的北盘江峡谷的贵州北盘江大桥;世界上海拔最高的铁路,在冻土上路程最长、被誉为“天路”的青藏铁路;世界最大的风力发电基地,