

装配式建筑结构设计理论与施工技术新探

曾桂香 唐克东 著

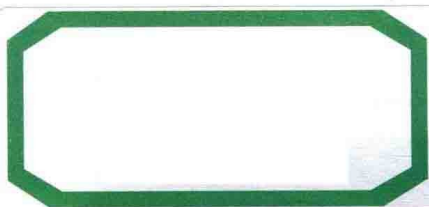


中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

本专著由华北水利水电大学高层次人才科研启动项目资助

装配式建筑结构设计理论与施工技术新探

曾桂香 唐克东 著



常州大学图书馆
藏书章



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书从混凝土装配式建筑的发展现状、技术特点入手, 结合国际先进技术和国内的发展状况, 根据装配式建筑在实际施工中的应用范围, 分别从装配式混凝土建筑、装配式钢结构建筑角度出发, 全面系统地阐述了装配式混凝土结构和装配式钢结构的材料特点、设计原则、制作要点、施工工艺流程以及现场施工管理, 并对涉及建筑安全性能的分项工程、装配式结构防腐和防火施工进行了讲解, 涵盖国内外装配式建筑领域的最新理论与实践。

图书在版编目 (C I P) 数据

装配式建筑结构设计理论与施工技术新探 / 曾桂香, 唐克东著. -- 北京 : 中国水利水电出版社, 2018. 3
ISBN 978-7-5170-6301-8

I. ①装… II. ①曾… ②唐… III. ①建筑结构—结构设计②建筑结构—工程施工 IV. ①TU318②TU74

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第018783号

责任编辑: 陈 洁 封面设计: 王 伟

书 名	装配式建筑结构设计理论与施工技术新探 ZHUANGPEISHI JIANZHU JIEGOU SHEJI LILUN YU SHIGONG JISHU XINTAN
作 者	曾桂香 唐克东 著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)、82562819 (万水)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	三河市同力彩印有限公司
规 格	170mm×240mm 16 开本 13.5 印张 224 千字
版 次	2018 年 3 月第 1 版 2018 年 3 月第 1 次印刷
印 数	0001—2000 册
定 价	54.00 元

凡购买我社图书, 如有缺页、倒页、脱页的, 本社营销中心负责调换
版权所有·侵权必究

作者简介



曾桂香（1966.9—），女，汉族，华北水利水电大学教授，硕士生导师、国家注册一级建造师、河南省建设厅二级建造师继续教育培训专家、国家一级、二级建造师考前培训主讲教师、市“优秀教师”、市“百名技术英杰”、市“2211”人才工程学术技术带头人。发表论文40多篇，获省部级奖励6项，市厅级奖励15项。

研究方向：建筑工程防灾技术、建筑工程建造与管理，生态建筑设计与绿色建筑施工管理等。



唐克东（1963.12—），男，汉族，华北水利水电大学教授，硕士研究生导师，河南省优秀教师。主要从事工程结构数值分析，先后主持及参与完成科研项目30余项，项目包括国家重点工程南水北调中线及东线渡槽、倒虹吸、围坝、隧洞等结构的静力分析和开挖、浇筑分析，水电站厂房、预应力闸墩等结构的静动力分析，工业与民用建筑结构、桥梁结构的线性与非线性分析，其中通过省级鉴定8项（主持3项），获省科技进步三等奖3项。主编及参编著作、教材等十余部，发表论文二十余篇。

前 言

随着我国经济社会发展的转型升级，特别是城镇化战略的加速推进，建筑业在改善人民居住环境、提升生活质量中的地位更加凸显。但遗憾的是，目前我国传统“粗放”的建造模式仍较普遍，一方面，生态环境严重破坏，资源能源低效利用；另一方面，建筑安全事故高发，建筑质量亦难以保障。因此，传统的工程建设模式亟待转型。

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、循环与低碳发展的必然要求，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变的重要途径。国内外的实践表明，装配式建筑优点显著，代表了当代先进建造技术的发展趋势，有利于提高生产效率、改善施工安全和工程质量，有利于提高建筑综合品质和性能，有利于减少用工、缩短工期、减少资源能源消耗、降低建筑垃圾和扬尘等。当前我国大力发展装配式建筑正当其时。

装配式建筑是建造方式的革新，是建筑业突破传统生产方式局限、生产方式变革、产业转型升级、新型城镇化建设的迫切需要。大力发展装配式建筑，是建设领域推进生态文明建设，贯彻落实绿色循环低碳发展理念的重要要求，是稳增长、调结构、转方式和供给侧结构性改革的重要举措，也是提高绿色建筑和节能建筑建造水平的重要途径。装配式

建筑的发展将对我国建设领域的可持续发展产生革命性、根本性和全局性的影响。

本著作由华北水利水电大学教授曾桂香做总体设计，并统揽了全稿的审稿、定稿工作。全书由曾桂香、唐克东共同撰写完成，具体分工如下：

第一章、第三章、第四章、第五章、第六章：曾桂香；

第二章：唐克东。

本书尽管收集了大量资料，并汲取了多方面研究的精华，但由于时间仓促和能力所限，书中内容难免存在疏漏之处，特别是对有些专业方面情况的研究还不够全面深入，对有些统计数据和资料掌握也不够及时完整，恐难以准确客观反映国内外装配式建筑发展的全貌，这需要在今后工作中继续补充完善，也欢迎大家提出宝贵意见和建议。

作 者

2017年6月

目 录

前 言

第一章 装配式建筑发展历程与现状分析	1
第一节 装配式建筑的内涵及技术优势	1
第二节 装配式建筑发展沿革及借鉴	15
第三节 装配式建筑的现状分析与主要问题	20
第二章 装配式建筑结构设计与应用	30
第一节 装配式建筑主要结构分析	30
第二节 装配式建筑结构设计技术	44
第三节 装配式建筑应用	51
第三章 装配式混凝土建筑结构设计	80
第一节 装配式混凝土结构发展历史	80
第二节 装配式混凝土建筑技术与常用材料	93
第三节 装配式混凝土结构体系与具体设计	110
第四节 预制构件设计方法	125
第四章 装配式混凝土建筑设计与施工技术	133
第一节 装配式混凝土建筑设计分析	133
第二节 混凝土预制构件的生产制作与运输	144
第三节 装配式混凝土结构施工	152
第五章 装配式钢结构设计方法与施工技术	164
第一节 钢结构建筑技术发展与应用现状	164

第二节 钢构件的制作与运输	169
第三节 装配式钢结构建筑主体施工技术	176
第六章 装配式建筑施工安全技术与管理	185
第一节 装配式建筑防腐、防火、防水施工技术	185
第二节 装配式建筑施工管理	203
参考文献	209

第一章 装配式建筑发展历程与现状分析

建筑是人们日常生活及活动的空间，平时随意可见的建筑工地上，建筑管理者和建筑工人正忙着修建“房子”——建筑物。在传统的观念中，建筑是在工地上建造起来的。随着建筑业的转型升级和建筑产业现代化发展的需要，人们必须要转变对建筑生产的认识，建筑可以从工厂中生产（制造）出来。这就是集成化建筑——装配式建筑。

第一节 装配式建筑的内涵及技术优势

一、装配式建筑发展背景与意义

（一）装配式建筑发展的背景

装配式建筑是建造方式的革新，更是建筑业落实党中央、国务院提出的推动供给侧结构性改革的一个重要举措。国际上，装配式建筑发展较为成熟，第二次世界大战以后，欧洲一些国家大力发展装配式建筑，其发展装配式建筑的背景是基于三个条件：一是工业化的基础比较好；二是劳动力短缺；三是需要建造大量房屋。这三个条件是大力发展装配式建筑的非常有利的客观因素。目前，装配式建筑技术已趋于成熟，我国也呈现出类似上述装配式建筑发展的三大背景特征，具备了发展与推广装配式建筑的客观环境。

再从建筑产品与建造方式本身来看，目前的建筑产品，基本上是以现浇为主，形式单一，可供选择的方式不多，会影响产品的建造速度、产品质量和使用功能。从建造过程来看，传统建造方式设计、生产、施工相脱节，生产过程连续性差；以单一技术推广应用为主，建筑技术集成化程度低；以现场手工、湿作业为主，生产机械化程度低；工程以包代管，管施分离，工程建设管理粗放；以劳务市场的农民工为主，工人

技能和素质低。传统建造方式存在技术集成能力低、管理方式粗放、劳动力素质低、生产手段落后等诸多问题。此外,传统建造方式还存在环境污染、安全、质量、管理等多方面的问题与缺陷,而装配式建筑一定程度上能够对传统建造方式的缺陷加以克服、弥补,成为建筑业转型升级的重要途径之一。

然而,近几年我国虽然在积极探索发展装配式建筑,但是从总体上讲,装配式建筑的比例和规模还不尽如人意,这也正是在当前的形势下,我国大力推广装配式建筑的一个基本考虑。

(二) 装配式建筑发展的重要意义

1. 建筑业转型升级的需要

当前我国建筑业发展环境已经发生深刻变化,建筑业一直是劳动密集型的产业,长期积累的深层次矛盾日益突出,粗放增长模式已难以为继。同其他行业和发达国家同行相比,我国建筑行业手工作业多、工业化程度低、劳动生产率低、工人工作条件差、质量和安全水平不高、建造过程能源和资源消耗大、环境污染严重。长期以来,我国固定资产投资规模很大,而且劳动力充足,人工成本低,企业忙于规模扩张,没有动力进行工业化研究和生产;随着经济和社会的不断发展,人们对建造水平和服务品质的要求不断提高,而劳动用工成本不断上升,传统的生产模式已难以为继,必须向新型生产方式转轨,因此,建筑预制装配化是转变建筑业发展方式的重要途径。^①

装配式建筑是提升建筑业工业化水平的重要机遇和载体,是推进建筑业节能减排的重要切入点,是建筑质量提升的根本保证。装配式建筑无论对需求方、供给方,还是整个社会都有其独特的优势,但由于我国建筑业相关配套措施尚不完善,一定程度上阻碍了装配式建筑的发展。但是从长远来看,科学技术是第一生产力,国家的政策必定会适应发展的需要而不断改进。因此,装配式建筑必然会成为未来建筑的主要发展方向。

^① 陈群,蔡彬清,林平.装配式建筑概论[M].北京:中国建筑工业出版社,2017,第23页。

2. 可持续发展的需求

在可持续发展战略指导下,努力建设资源节约型、环境友好型社会是国家现代化建设的奋斗目标,国家对资源利用、能源消耗、环境保护等方面提出了更加严格的要求,如我国制定了到2020年国内单位生产总值二氧化碳排放量比2005年下降40%~45%的减排目标。要实现这一目标,建筑行业将承担更重要的任务,由大量消耗资源转变为低碳环保,实现可持续发展。

我国是世界上年新建建筑量最大的国家,每年新增建筑面积超过20亿平方米,然而相关建设活动,尤其是采用传统方式开展的建设活动对环境造成严重影响,比如施工过程扬尘、废水废料、巨额能源消耗等。具体看,施工过程中的扬尘、废料垃圾随着城市建设节奏的加快而增加,在施工建造等各环节对环境造成了破坏,建筑垃圾已经占到城市固体垃圾总量的40%左右,此外还造成大量的建筑建造与运行过程中的能耗与资源材料消费。在建筑工程全寿命周期内尽可能地节能降耗、减少废弃物排放、降低环境污染、实现环境保护并与自然和谐共生,应成为建筑业未来的发展方向之一。因此,加速建筑业转型是促进建筑业可持续发展的重点。

多年来,各地针对建筑企业的环境治理政策均是针对施工环节的,而装配式建筑目前是解决建筑施工中扬尘、垃圾污染、资源浪费等的最有效方式之一,其具有可持续性的特点,不仅防火、防虫、防潮、保温,而且环保节能。随着国家产业结构调整 and 建筑行业对绿色节能建筑理念的倡导,装配式建筑受到越来越多的关注。作为对建筑业生产方式的变革,装配式建筑符合可持续发展理念,是建筑业转变发展方式的有效途径,也是当前我国社会经济发展的客观要求。

3. 新型城镇化建设的需要

我国城镇化率从1978年的17.9%到2014年的54.77%,以年均增长1.02%的速度稳步提高。随着内外部环境和条件的深刻变化,城镇化必须进入以提升质量为主的转型发展新阶段。国务院发布的《国家新型城镇化规划》指出:推动新型城市建设,坚持适用、经济、绿色、美观方针,提升规划水平,全面开展城市设计,加快建设绿色城市;对大型公共建筑和政府投资的各类建筑全面执行绿色建筑标准和认证,积极推广应用绿色新型建材、装配式建筑和钢结构建筑;同时要求城镇绿色建筑占新

建建筑的比重将由 2012 年的 2% 增加到 2020 年的 50%。

随着城镇化建设速度不断加快,传统建造方式从质量、安全、经济等方面已经难以满足现代建设发展的需求。预制整体式建筑结构体系符合国家对城镇化建设的要求和需要,因此,发展预制整体式建筑结构体系可以有效促进建筑业从“高能耗建筑”向“绿色建筑”的转变、加速建筑业现代化发展的步伐,有助于快速推进我国的城镇化建设进程。

二、装配式建筑的内涵及特征

(一) 装配式建筑的内涵

集成房屋是预制装配式建筑的一种,是通过采用最新的各类轻型材料组合和冷压轻钢的结构,组合建筑物的各个部分。这些建筑物的构件全部是在工厂预制完成的,然后运输到施工现场,运用可靠的连接方式将构件加以组装而建成建筑物,这样的建筑物具有保温、防潮、抗震、节能、隔声、防虫、防火等功能。

装配式建筑在欧美及日本被称作产业化住宅或工业化住宅。其内涵主要包括以下三个主要方面。

第一,装配式建筑的主要特征是将建筑生产的工业化进程与信息化紧密结合,体现了信息化与建筑工业化的深度融合。信息化技术和方法在建筑工业化产业链中的部品生产、建筑设计、施工等各个环节都发挥了不可或缺的作用。

第二,装配式建筑集中体现了工业产品社会化大生产的理念。装配式建筑具有系统性和集成性,促进了整个产业链中各相关行业的整体技术进步,有助于整合科研、设计、开发、生产、施工等各方面的资源,协同推进,促进建筑施工生产方式的社会化。^①

第三,装配式建筑是实现建筑全生命周期资源、能源节约和环境友好的重要途径之一。装配式建筑通过标准化设计优化设计方案,减少由此带来的资源、能源浪费;通过工厂化生产减少现场手工湿作业带来的建筑垃圾等废弃物;通过装配化施工减少对周边环境的影响,提高施工

^② 任凭,牛凯征,庄建英,梁莞然.浅议新型建筑工业化[J].建材发展导向(下),2014(5):23~26.

质量和效率；通过信息化技术实施定量和动态管理，达到高效、低耗和环保的目的。

（二）装配式建筑的特征

1. 系统性和集成性

装配式建筑集中体现了工业产品社会化大生产的理念，具有系统性和集成性，其设计、生产、建造过程是各相关专业的集合，促进了整个产业链中各相关行业的整体技术进步，需要科研、设计、开发、生产、施工等各方面的人力、物力协同推进，才能完成装配式建筑的建造。

2. 设计标准化、组合多样化

标准化设计是指“制定统一的模式和标准在构件共性的条件下，对于通用装配式构件，可以运用广泛的设计范围”。装配式建筑的设计速度较快，重复劳动少，构件和部品的规格通过采用标准化设计思路。同时，把个性化的要求融入到标准化的设计中进行多样组合，设计过程中可以兼顾城市发展环境、周边环境、历史文脉、用户习惯、交通人流和情感等因素，丰富装配式建筑的类型。

以住宅为例，可以用标准化的套型模块组合出不同的建筑形态和平面组合，创造出板楼、塔楼、通廊式住宅等众多平面组合类型，为满足规划的多样化要求提供了可能。

3. 生产工厂化

装配式建筑的结构构件采用了工厂机械化程度较高的生产工艺，蒸汽养护、模具成型等都是在工厂生产完成的，使生产成本大幅降低，生产效率大大提高。同时，构件产品的质量由于易于掌握的工艺和材料、工厂化的生产，而得到了很好的保证。

4. 施工装配化、装修一体化

装配式建筑的施工可以实现多工序同步一体化完成。由于前期土建和装修一体化设计，构件在生产时已事先统一在建筑构件上预留孔洞，在装修面层预埋固定部件，避免在装修施工阶段对已有建筑构件打凿、穿孔。构件运至现场之后，按预先设定的施工顺序完成一层结构构件吊装之后，在不停止后续楼层结构构件吊装施工的同时，可以同时进行下层的水电装修施工，逐层递进，且每道工序都可以像设备安装那样检查

精度,各工序交叉作业方便有序,简单快捷且可保证质量,加快施工进度,缩短工期。

5. 管理信息化、应用智能化

装配式建筑的装配式特性特别强调各个环节各个部件之间的协调性,BIM的应用会为装配式建筑设计、制作和安装带来很大的便利,避免或减少“撞车”、疏漏现象。

建筑工程项目之所以常常出现“错漏碰缺”和“设计变更”,出现不协调,就是因为工程项目各专业各环节信息零碎化,形成一个个的信息孤岛,信息无法整合和共享,各专业各环节缺少一种共同的交互平台,造成信息封闭和传递失误。现浇混凝土工程出现撞车问题还可以在现场解决,装配式建筑工程构件是预制的,一旦到现场才发现问题,木已成舟,来不及补救了,会造成很大的损失。BIM技术可以改变这一局面。由于建筑、结构、水暖电各个专业之间,设计、制作和安装之间共享同一模型信息,检查和解决各专业间各环节间存在的冲突更加直观和容易。例如,在装配式建筑实际设计中,通过整合建筑、结构、水暖、电气、消防、弱电各专业模型和设计、制作、运输、施工各环节模型,可查出构件与设备、管线等的碰撞点,每处碰撞点均有三维图形显示,碰撞位置、碰撞管线和设备名称以及对应图样位置处。

(三) 装配式建筑的分类

建筑是人们对一个特定空间的需求,按照用途不同分为住宅、商业、机关、学校、工厂厂房等;按照建筑高度可分为低层、多层、中高层、高层和超高层。装配式建筑按照建造过程,先由工厂生产所需要的建筑构件,再进行组装完成整个建筑。

由于建筑构件的材料不同,集成化生产的工厂及工厂的生产线因为建筑材料的不同而生产方式也不同,由不同材料的构件组装的建筑也不同。因此,可以按建筑构件的材料来对装配式建筑进行分类。由于建筑结构对材料的要求较高,按建筑构件的材料来对装配式建筑进行分类也就是按结构分类。

1. 预制装配式混凝土结构(也称为PC结构)

PC结构是钢筋混凝土结构构件的总称,通常把钢筋混凝土预制构件

统称 PC 构件。按结构承重方式又分为剪力墙结构和框架结构。

(1) 剪力墙结构

PC 结构的剪力墙结构实际上是板构件,作为承重结构是剪力墙墙板,作为受弯构件就是楼板。现在装配式建筑的构件生产厂的生产线多数是板构件生产。装配时施工以吊装为主,吊装后再处理构件之间的连接构造问题。

(2) 框架结构

PC 结构的框架结构是把柱、梁、板构件分开生产,当然用更换模具的方式可以在一条生产线上进行。生产的构件是单独的柱、梁和板构件。施工时进行构件的吊装施工,吊装后再处理构件之间的连接构造问题。框架结构有关墙体的问题,可以由另外的生产线生产框架结构的专用墙板(可以是轻质、保温、环保的绿色板材),框架吊装完成后再组装墙板。

2. 预制集装箱式结构

集装箱式结构的材料主要是混凝土,一般是按建筑的需求,用混凝土做成建筑的部件(按房间类型,例如,客厅、卧室、卫生间、厨房、书房、阳台等)。一个部件就是一个房间,相当于一个集成的箱体(类似集装箱),组装时进行吊装组合就可以了。当然材料不仅仅限于混凝土,例如,日本早期装配式建筑集装箱结构用的是高强度塑料。这种高强度塑料可以做枪刺(刺刀),但缺点是防火性能差。

3. 预制装配式钢结构(也称为 PS 结构)

PS 结构采用钢材作为构件的主要材料,外加楼板和墙板及楼梯组装成建筑。装配式钢结构建筑又分为全钢(型钢)结构和轻钢结构,全钢结构的承重采用型钢,可以有较大的承载力,可以装配高层建筑。轻钢结构以薄壁钢材作为构件的主要材料,内嵌轻质墙板。一般装配多层建筑或小型别墅建筑。

(1) 全钢(型钢)结构

全钢(型钢)结构的截面一般较大,可以有较高的承载力,截面可为工字钢、L 形或 T 形钢。根据结构设计的设计要求,在特有的生产线上生产,包括柱、梁和楼梯等构件。生产好的构件运到施工工地进行装配。装配时构件的连接可以是锚固(加腹板和螺栓),也可以采用焊接。全钢结构的承重采用型钢,可以有较大的承载力,可以装配高层建筑。

(2) 轻钢结构

轻钢结构一般采用截面较小的轻质槽钢，槽的宽度由结构设计确定。轻质槽钢截面小，壁一般较薄，在槽内装配轻质板材作为轻钢结构的整体板材，施工时进行整体装配。由于轻质槽钢截面小而承载力小，所以一般用来装配多层建筑或别墅建筑。由于轻钢结构施工采用螺栓连接，施工快、工期短，还便于拆卸，加上装饰工程造价一般为 1500 ~ 2000 元 / 平方米，目前市场前景较好。

4. 木结构

木结构装配式建筑全部采用木材，建筑所需的柱、梁、板、墙、楼梯构件都用木材制造，然后进行装配。木结构装配式建筑具有良好的抗震性能、环保性能，很受使用者的欢迎。对于木材很丰富的国家，例如，德国、俄罗斯等则大量采用木结构装配式建筑。装配式建筑现在一般按材料及结构分类，其分类示意图如图 1-1-1 所示。

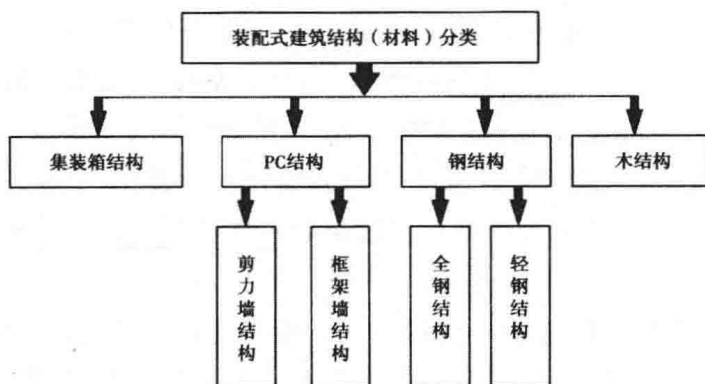


图 1-1-1 装配式建筑结构分类

三、装配式建筑的优势

与传统建筑相比，装配式建筑采用的是标准化设计思路，结合生产、施工需求优化设计方案，设计质量有保证，便于实行构配件生产工厂化、装配化和施工机械化。构件由工厂统一生产，减少现场手工湿作业带来的建筑垃圾等废弃物；构件运至现场后采用装配化施工，机械化程度高，有利于提高施工质量和效率，缩短施工工期，减少对周边环境的影响；

① 陈群，蔡彬清，林平. 装配式建筑概论 [M]. 北京：中国建筑工业出版社，2017，第 46 页.

采用信息化技术实施定量和动态管理，全方位控制，效果好，资源、能源浪费少，节约建筑材料，环境影响小，综合效益高^①。

相比于传统建筑及其建造方式，装配式建筑具有以下突出优势。

（一）保护环境、减少污染

传统建筑工程施工过程中，因采用现场湿作业方式，现场材料、机械多，施工工序多，人员、机械、物料、能耗管理难度大，对周围环境造成噪声污染、泥浆污染、灰尘固体悬浮物污染、光污染和固体废弃物等污染严重。装配式建筑对于保护环境、减少污染的作用体现在以下几个方面。

（1）装配式建筑可节约原材料，最高达 20%，自然会降低能源消耗，减少碳排放量。

（2）运输装配式建筑构件比运输混凝土减少了罐的重量和为了防止混凝土初凝转动罐的能源消耗。

（3）装配式建筑会大幅度减少工地建筑垃圾，最多可减少 80%。

（4）装配式建筑大幅度减少混凝土现浇量，从而减少工地养护用水和冲洗混凝土罐车的污水排放量。预制工厂养护用水可以循环使用。PC 建筑节约用水 20% ~ 50%。

（5）装配式建筑会减少工地浇筑混凝土振捣作业，减少模板、砌块和钢筋切割作业，减少现场支拆模板，由此会减轻施工噪声污染。

（6）装配式建筑的工地会减少扬尘。装配式建筑内外墙无需抹灰，会减少灰尘及落地灰等。

（二）装配式建筑品质高

装配式建筑并不是单纯的工艺改变，将现浇变为预制，而是建筑体系与运作方式的变革，对建筑质量提升有推动作用。

（1）装配式建筑要求设计必须精细化、协同化。如果设计不精细，装配式建筑构件制作好了才发现问题，就会造成很大的损失。装配式建筑促使设计深入、细化、协同，由此会提高设计质量和建筑品质。

（2）装配式建筑可以提高建筑精度。现浇混凝土结构的施工误差往