

HONG KONG
BUILDING
CONSTRUCTION
INDUSTRIALIZATION

BUILDING

香港
INDUSTRIALIZATION
装配式建筑技术发展

INDUSTRIALIZATION
(一)
CONSTRUCTION
INDUSTRIALIZATION

HONG KONG
CONSTRUCTION
HONG KONG
INDUSTRIALIZATION

有利华建筑产业化科技(深圳)有限公司 编



电子科技大学出版社

主 编：黄天祥

副主编：申振威

编 委：李兆明 王志良 梁键深

戴 鹏 易新亮 林蔼儿

责任编辑：谭炜麟

香港装配式建筑技术发展(一)



定价：48.00元

HONG KONG
BUILDING
CONSTRUCTION
INDUSTRIALIZATION

INDUSTRIALIZATION

BUILDING

香港

INDUSTRIALIZATION

装配式建筑技术发展

(一)

CONSTRUCTION

INDUSTRIALIZATION

CONSTRUCTION

HONG KONG

INDUSTRIALIZATION

常州大学图书馆
藏书章



电子科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

香港装配式建筑技术发展. 一 / 有利华建筑产业化科技(深圳)有限公司编. -- 成都: 电子科技大学出版社, 2017.4

ISBN 978-7-5647-4287-4

I. ①香… II. ①有… III. ①建筑工业化—研究—香港 IV. ①TU

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 068019 号

香港装配式建筑技术发展(一)

有利华建筑产业化科技(深圳)有限公司 编

出版发行: 电子科技大学出版社(成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 邮编: 610051)

策划编辑: 谭炜麟

责任编辑: 谭炜麟

主 页: www.uestcp.com.cn

电子邮箱: uestcp@uestcp.com.cn

发 行: 新华书店经销

印 刷: 成都市天金浩印务有限公司

成品尺寸: 165mm×235mm 印张 11 字数 140 千字

版 次: 2017 年 4 月第一版

印 次: 2017 年 4 月第一次印刷

书 号: ISBN 978-7-5647-4287-4

定 价: 48.00 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

◆ 本社发行部电话: 028-83202463; 本社邮购电话: 028-83201495

◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

序 言

近年国家大力鼓励建筑产业升级转型，在政策及市场需求的引导，令中国建筑工业化迎来“黄金时期”，并且正在高速发展。就好像 20 世纪 70 年代香港房屋委员会（房委会）的成立与大量的房屋需求，开始了香港公共房屋及建筑业的新时代。1973 年以后，房委会参与发展多个新市镇，为了舒缓香港整体的房屋短缺问题，而居者有其屋计划则令香港不少家庭踏上置业安居的第一步，逐步改善了生活环境及素质。有利建筑有限公司成立于 1958 年，陪伴香港建筑发展走过不同的里程及阶段，承接了多项政府房屋工程项目，通过不断的创新研发、工业化手段、达到精准、快速可控的目的。20 世纪 90 年代，有利集团有限公司在深圳市龙华建立第一个预制构件生产基地——有利华建筑预制件(深圳)有限公司，并且提供建筑产业化全产业链服务。装配式建筑设计、生产与施工，更注重对质量、成本、工期、施工、安全效果与环境保护。工业化的装配式手段使得产品质量更有保障，工期更容易掌控；使得项目的成本有更好的预期。

将建筑的大部分现场作业转移到预制工厂里面去，明显降低工人在工地安全事故的发生率，同时也可以为建筑工人升级转型,提供更良好的施工环境及技术培训；而工业化的建造方式可将大部分湿作业转入工厂，这样可以有效地减少有害气体及污水排放，降低施工粉尘及噪声污染，降低固体垃圾的排放，大大减少了施工扰民的现象，有利于环境保护及节能减排。

在国家大力提倡节能减排的政策之下，国内建筑业正向着绿色建筑和建筑产业现代化发展转型。有利集团有限公司希望透过《香港装配式建筑技术发展(一)》一书分享香港装配式建筑的经验及相关技术标准进一步填补国内建筑产业化的研究空白。同时，有利集团有限公司全资子公司有利华建筑产业化科技(深圳)有限公司，亦在 2016 年下半年正式进军国内建筑产业化市场，进一步发挥建筑行业龙头作用，尽量满足政府和社会更多的需求，以实际行动帮助国家推动建筑产业化发展。希望藉此对国内传统建筑业转型升级，实现工地工厂化、管理人性化、科研恒常化，并以环保可持续发展产生拉动影响力。

有利集团有限公司主席 黄业强

2017 年 3 月

目 录

摘 要	(001)
第 1 章 香港建筑业简介	(003)
1.1 背景	(003)
1.2 现场浇筑施工方法	(005)
1.3 模块单元房设计	(006)
1.4 预制施工技术	(010)
1.5 预制施工系统在香港的发展历程	(014)
1.6 本书结构	(018)
第 2 章 预制施工技术概述	(020)
2.1 应用预制施工技术需要考虑的问题	(020)
2.2 施工流程再造 (CPR)	(023)
2.3 优点和缺点	(024)
2.4 预制施工技术的应用障碍	(031)
2.5 预制施工技术在香港的推行政策	(033)
第 3 章 预制组件的设计与生产	(040)
3.1 预制组件	(040)
3.2 设计考虑	(045)
3.3 生产考虑	(057)
3.4 总结	(067)

第 4 章	预制建筑的施工要求	(070)
4.1	施工阶段注意事项	(070)
4.2	典型预制构件的安装	(090)
4.3	模板系统	(098)
第 5 章	预制工程的质量控制	(109)
5.1	质量控制的原则和标准	(109)
5.2	质量保证的重要性	(112)
5.3	质量控制涉及的各契约方	(123)
第 6 章	香港公私营部门预制建筑施工技术应用	(129)
6.1	公共部门案例	(129)
6.2	私营部门案例	(138)
第 7 章	香港建筑业中预制施工的效用	(144)
7.1	职业健康与安全	(144)
7.2	环境管理	(145)
7.3	质量	(148)
7.4	成本估算	(149)
7.5	时间	(154)
7.6	维护	(155)
第 8 章	预制混凝土技术的发展前景	(157)
8.1	预制混凝土应用范围扩大	(157)
8.2	VPC 技术的优势	(161)
8.3	考虑与限制	(162)
8.4	预制混凝土的最新应用	(163)
第 9 章	总结香港预制施工技术的研究及应用	(165)
鸣 谢		(168)

二、预制构件的设计与生产

香港常用的预制构件包括预制外墙、半预制楼面板和预制楼梯。在设计这些组件时，尺寸协调和误差、稳定性、耐久性、荷载、材料、连接及节点以及将来的维护等都需考虑在内。在生产时，预制场地布局、模具制造、表面装修方法、生产流程、养护和起吊方法以及存储和运输等都是需要提前考虑的问题。在香港，由于采用了钢模板，预制建筑比传统施工程序已经大大改善，发展出了四天/六天施工建筑循环施工法。而且，安装标准预制构件的流程也考虑在内。

三、预制施工的质量控制

在预制施工过程中，一套综合、系统的质量保障方案是必不可少的。本书涉及的品质控制流程包括预制构件的生产计划、生产、装卸、存储、运输及安装。预制施工质量控制系统涉及业主、供应商、承建商、咨询顾问等各参与方。另外，本书用两个真实的案例展示了预制施工技术的实际应用。我们总结了该技术的各方面性能，包括安全性、环境问题、成本、工期及质量。预制施工技术将有利于香港建筑业的发展，有望在未来被广泛采用。

第1章 香港建筑业简介

香港土地面积有限，人口密度很高，约为 6300 人每平方千米，因此，香港是世界上高层建筑最密集的区域之一。为了满足住房需求，政府和私营发展商每年都会建立很多居住房屋。为了加快这些项目的施工进度，不论政府还是私营发展商都引进了预制施工技术。本部分回顾了我国香港建筑业的发展历程，介绍了传统施工方法、高层建筑设计中模块单元房的应用、预制施工技术以及预制施工系统在香港的应用，还介绍了预制施工技术的定义、一般流程及其特性。

1.1 背景

香港建筑业历史源远流长。在这段漫长的历史中，住房建筑一直处于主导地位。1997 年之前，香港被英国强制租借。自 1954 年前，英国政府一直对香港地区采取自由放任的房屋政策(Kwitko, 1986; Fong, Yeh, 1987)。第二次世

界大战之后，由于内地难民大量涌入，该政策已难以满足需求。从 1954 年起，英国政府开始干预住房问题，尤其是公共房屋(Yung, 2008)。1973 年，香港房屋委员会（HA）成立，主管公共住房政策，为市民安置住房。长远房屋策略及长远房屋白皮书分别于 1987 年和 1988 年颁布(Chan, 1997; Yung, 2008)，目的是让市民拥有自己的房屋。为达到“居者有其屋”这一目的，英国政府采取了一系列措施，如 1988 年的购房贷款计划、1993 年及 1994 年的中间阶层住房贷款计划、1978 年的居者有其屋计划(Yung, 2008)等。最终，一大批公共住房和私人住房建立起来，一直持续到 1997 年亚洲金融危机发生。1997 年后，居者有其屋计划终止。目前，香港特别行政区政府较少干预住房市场。

传统的现场浇筑施工方法(将在下一部分详细介绍)被住宅项目广泛采用。自 20 世纪 80 年代起，在居者有其屋计划和私人发展商参建居屋计划的鼓励下，为满足日益增长的住房需求，大量建筑项目启动，以增加公共住房数量。然而，此时劳动力缺乏，人工成本很高。为提高建筑效率，降低建筑成本，改善施工设施质量，房委会开始考虑采用预制施工技术。人们认为预制施工技术能有效提高生产效率、安全性和建筑质量。

本书涉及的香港建筑业中预制施工技术的研究及应用都是由施工从业者和研究人员亲自实行的。然而，香港依然缺乏熟练的预制施工人员，该领域的员工也很少接受培训。另外，关于预制施工的有益参考书也极度缺乏。基于对预制施工技术的实践和研究，本书系统地阐述了预制施工技术的内涵，如何在香港建筑业应用该技术以及如何评估该技术的应用性能。

1.2 现场浇筑施工方法

钢筋混凝土由于价格低，强度高，耐久性好，耐候性强，易于建筑等优点已成为最主要的建筑材料之一。它可以包含多类结构和构件，如楼面、墙、横梁、立柱、地基、框架等。现场浇筑混凝土是最常见的类型，钢筋固定好之后浇筑混凝土，然后进行养护，直到强度达标。与现场浇筑混凝土对应的施工方法称为现场浇筑施工。现场浇筑施工主要依赖于传统的模板系统，该系统由多块木质夹板用钉固定到一起构成模板，在模板上浇筑混凝土。在建筑业，所有施工专家对该方法都十分熟悉，香港大多数高层建筑都是利用现场浇筑方法建设而成。

在 20 世纪 60 年代和 70 年代，这种传统的模板系统开始用于公共房屋施工。尽管这种模板在重复使用后性能会迅速降低，成为混凝土质量不高的原因之一，但是由于廉价劳动力充足，因此没有动力去刺激采用机械的方法施工，机械设备也无法取代劳工。当时机械施工方法并不发达(Trend Pub. (HK) Ltd., 1993)，预制施工方法在香港的发展和应用仍处于缓慢发展的阶段。20 世纪 80 年代早期，承包商被香港劳动力短缺的问题困扰，用于公共住房项目的混凝土质量也一再下滑。为了提高施工质量，降低施工成本，房委会从 1981 年起就开始选择应用和开发创新施工方法的承包商。

1.3 模块单元房设计

在公共房屋设计和施工中，房委会采用了模块单元房的设计理念。该理念包括标准预制建筑构件、工作细则和一套高效的施工工序 (Chan , Chan, 2002)，目的是提高项目设计的可建造性，减少现场人工数量，加快施工进度。1988年，房委会首次设计并批准实施了一套新的楼宇标准设计（即和谐式大楼系列）。房委会建筑师和工程师为优化施工流程进行了细致的调查，建立了内部标准和指导方针，明确了标准楼宇设计的建设工期，包括具体的打桩时间和主体结构建设合同(Chan, Chan, 2002)。此后，房委会就将和谐式大楼作为公共住房设计和施工的主要设计蓝图。据称，和谐式系列是为了“满足 90 年代的需求。”这一口号被视为模块式设计应用的开端，它考虑到了人们的灵活需求，关注单元房的类型多样化，保证了施工质量的统一标准。

考虑到对各种不同配置和高度的楼宇的需求，房委会开发了三种基本的楼宇设计，即和谐 1 型、和谐 2 型、和谐 3 型，人们可以根据需求选择不同类型的单元房。这些标准楼宇设计将在之后用案例的形式呈现。

和谐1型建筑设计

这是一栋39层的楼房，其中有38层为住宅区域（见图1.1）。通常，每层楼上的16~20个模块式单元房分成四个相连的部分，呈十字形分布。每层的公共区域设计成开放式走廊，可以最大化利用自然采光和通风。楼层地面1楼安置辅助设施。和谐1型的紧密布局使其成为较小城区重建的理想方案（Building Journal Hongkong China, 1996）。



图 1.1 和谐1型建筑设计

和谐2型建筑设计

这是一座 37 层的“Y”字型大楼，其中有 36 层为住宅楼层，每层有 18 到 24 间单元房（见图 1.2）。这种布局方式和旋转式形状设计增强了建筑的可建造性和经济性。该设计源于模块化单元房设计，所有单元房组成了三个相同的翼。在使用整体吊装模具（大铁模）施工状况下，这种设计实现了模板的循环重复利用。从结构的观点上看，每只翼都由一系列紧邻的“U”型截面结构通道和一个厚实的走廊面板组成，最终汇聚于大楼中心点。

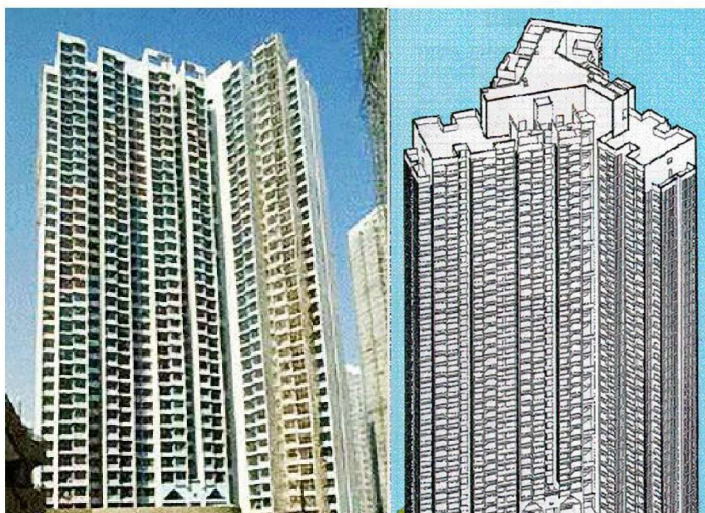


图 1.2 和谐 2 型建筑设计

大楼中心为中庭，是由连接三个互通楼层的电梯错开分布形成的。大楼每隔六层就有一个真空封闭层，用于阻断火灾。地面服务设施整合为一组，为主要出入口留出了更多空间，另有约 600 平方米空间用于非住宅用途（Building Journal Hongkong China, 1996）。

和谐3型建筑设计



图 1.3 和谐3型建筑设计

这是一座 27 层的大楼，与前两种建筑互为补充，因为它意识到了受到高度限制的狭窄重建区域的特殊需求（见图 1.3）。为了满足需求并达到模块式单元房的标准，一种“灵活的”建筑应运而生。该建筑利用了“服务模块”和“柔性翼”两个主要组件，由这两种主要结构组件构成一座完整大楼。柔性翼可以围绕服务模块旋转预先设定的角度。由于具有优化的循环和服务组件，这一设计可以应用于多种规模和形状的工地/平台以及分期开发项目（Building Journal Hongkong China, 1996）。

此类模块设计保障了建筑构件的标准化，因此使得预制组装成为可能。由于和谐型楼宇系列的墙和楼板都采用标准化的尺寸和形状，因此大多数模板在不同类型的建筑中都是通用的。这不仅降低了承包商对模板的资本投入，还节