



装配式混凝土建筑系列培训教材

装配式混凝土建筑结构安装作业

上海城建职业学院 组编



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

• 装配式混凝土建筑系列培训教材 •

装配式混凝土建筑结构 安装作业

上海城建职业学院 组编

内 容 提 要

本书针对装配式混凝土结构安装现场专业人员职业技能的要求,重点介绍预制混凝土构件现场安装作业的方法和要求,主要内容有:装配式混凝土结构的基础知识、预制混凝土构件的运输和进场检查、预制混凝土构件的吊装作业、装配作业、质量管理和文明施工要求。本书可作为建筑施工专业人员培训教材,也可作为建筑职业院校专业教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

装配式混凝土建筑结构安装作业/上海城建职业学院
院组编. —上海: 同济大学出版社, 2016. 12

ISBN 978-7-5608-6729-8

I. ①装… II. ①上… III. ①装配式混凝土结构—结构安装—技术培训—教材 IV. ①TU37

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 319934 号

装配式混凝土建筑结构安装作业

上海城建职业学院 组编

责任编辑: 张平官

责任校对: 徐春莲

装帧设计: 陈益平

出版发行	同济大学出版社	www.tongjipress.com.cn
	(上海市四平路 1239 号 邮编:200092 电话:021-65985622)	
经 销	全国各地新华书店、建筑书店、网络书店	
印 刷	常熟市大宏印刷有限公司	
开 本	787mm×1092mm 1/16	
印 张	9.5	
字 数	237 000	
版 次	2016 年 12 月第 1 版 2016 年 12 月第 1 次印刷	
书 号	ISBN 978-7-5608-6729-8	
定 价	38.00 元	

版权所有 侵权必究 印装问题 负责调换

装配式混凝土建筑系列培训教材

编委会名单

1. 编委会：

主任：顾金山

副主任：裴晓 刘千伟

成员：沈红华 陈宁 冷玉英 周文波 杨联萍 叶卫东 蔡建兴
徐德明

2. 编审委：

龙莉波 刘强 沈宏 沈孝庭 李昕 李琰 钟伟荣 栗新 薛伟辰

3. 编写组成员：

《装配式混凝土建筑结构设计》

王平山 王凯 卢旦 卢家森 朱望伟 朱海 朱华军 刘啸 刘翀
花炳灿 李进军 李远 李峰 闵立 吴剑雯 汤建新 纵斌 张德明
陈明 林家祥 林素红 周成功 郑仁光 胡伟 段创峰 徐旻洋 徐耀东
曹枫 雷杰

《装配式混凝土建筑结构施工》

王静 王爱华 叶可炯 朱永明 冯凯 李天亮 吴剑雯 陈立生 陈英姿
陈爱民 张德明 张英怡 张立 张传生 张凯 陈明 汪一江 陆懿伟
汤建新 林家祥 赵国强 赵勇 周良 周隽 周成功 胡伟 秦廉
徐耀东 徐银峰 唐婧 曹枫 黄岚 潘浩 戴振宇 戴功良 魏信巧

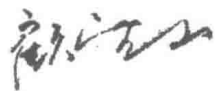
《装配式混凝土建筑结构安装作业》

张雄 李燧宓 陈建兰 朱敏涛 李玲玉 邱迪 韩亚明 席金虎 沈浅灏
施永德

序

2013年8月,《上海市人民政府办公厅转发市建设交通委等五部门关于本市进一步推进装配式建筑发展若干意见》(沪府办[2013]52号)确立供地环节落实装配式建筑项目机制,上海装配式建筑从试点推进迈入面上推广的规模化快速发展轨道。《中共中央和国务院关于进一步加强对城市规划建设管理工作的若干意见》和《中共上海市委和上海市人民政府关于贯彻中央城市工作会议精神进一步加强本市城市规划建设管理工作的实施意见》都明确要求发展新型建筑方式,大力推广装配式建筑。大力发展预制装配式建筑,走新型建筑工业化的道路,是城市可持续发展的重要战略,已经成为全市建筑业转型发展的重要目标任务。在装配式建筑大力推广之际,上海建筑业转型升级迎来重要机遇期,作为建筑产业现代化的核心——装配式混凝土结构,通过近年来总结我国以往装配式预制大板住宅的经验与教训,引进消化国外先进技术,相关结构体系已基本形成并得到成功应用。国家、行业和地方等有关部门出台了设计、施工和构件制作等技术标准和技术规程,为进一步推进建筑工业化的发展奠定了基础。

目前上海正处于快速推行装配式混凝土建筑的关键时期,随着工程规模的扩大,设计施工的管理、工程技术人员和作业工人能力不能满足市场需求,是推进过程中主要瓶颈之一,将会严重影响装配式混凝土建筑的质量和安全。为满足装配式建筑推进的需要,必加快相关管理技术人员和作业工人的培训,因此,编写并出版“装配式混凝土建筑系列培训教材”非常必要。希望以本系列教材为基础,全面加强业务能力培训,不断提高本市装配式建筑从业队伍的综合素质,提升装配式建筑的产业链能力,保证工程质量和安全,促进本市装配式建筑的创新、绿色、健康发展。



2016年8月

前 言

建筑行业作为国民经济支柱行业之一,是典型的劳动密集型行业,随着持续发展理念的落实和科学技术水平的进步,传统生产作业方式越来越制约了建筑行业的发展,产业结构调整升级势在必行。

党中央、国务院十分重视建筑业的技术进步和健康发展,《中共中央国务院关于进一步加强城市规划建设管理工作的若干意见》和《关于大力发展装配式建筑的指导意见》提出了大力发展装配式建筑的要求,意见中指出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和新型城镇化发展的重要举措,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,有利于促进建筑业和信息化工业化深度融合,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%。

近年来,随着社会各界对装配式建筑的高度重视和大力推动,市场规模迅速扩大,对符合装配式建筑施工要求的人才需求日益迫切。为满足装配式建筑施工现场专业管理人员和操作工人培养的需要,我们组织编写了《装配式混凝土结构安装作业》培训教材,以提高从业人员的职业技能,提高装配式建筑施工质量安全水平,进一步推进装配式建筑的发展。

本书的编写在上海市住房和城乡建设管理委员会的指导下,由上海城建职业学院组织上海建工集团股份有限公司、上海建工二建集团有限公司、上海建工五建集团有限公司、上海建工材料工程有限公司、上海市建工设计研究院有限公司等单位的专家学者共同完成。其中,钟伟荣统筹本书的编审工作,栗新统筹第一章的编审,朱敏涛统筹第二章的编审,李琰统筹第三章、第四章的编审,龙莉波统筹第五章、第六章的编审,张雄统稿。

本书的编写及审定得到武佩牛、徐辉、朱永明、李进军等业界专家的指导与支持,在此对上述专家表示衷心感谢。

本书可作为建筑施工专业人员培训教材,也可作为职业院校专业教学用书。

本书虽经过反复研讨、修改,仍难免存在疏漏与不足之处。恳请广大读者提出宝贵意见,以便进一步修改完善。

编者

2016年11月

目 录

序

前言

第 1 章 装配式混凝土结构基础知识	1
1.1 装配式混凝土结构的概念	1
1.2 装配式混凝土结构的特点	2
1.3 装配式混凝土结构的种类	2
1.4 装配式混凝土结构的发展	15
本章小结	15
复习思考题	15
第 2 章 预制混凝土构件的运输和进场检查	17
2.1 预制混凝土构件的运输特点	17
2.2 预制混凝土构件的进场检查	20
2.3 预制混凝土构件的现场堆放要求	24
本章小结	26
复习思考题	26
第 3 章 预制混凝土构件的吊装作业	27
3.1 常用起重机械的种类与特点	27
3.2 吊装机具的种类与选用	29
3.3 预制混凝土墙板的吊装作业	44
3.4 预制混凝土楼板的吊装作业	47
3.5 预制混凝土梁的吊装作业	50
3.6 预制混凝土楼梯的吊装作业	52
3.7 预制混凝土其他构件的吊装作业	53
本章小结	58
复习思考题	58

第4章 预制混凝土构件的装配作业	59
4.1 常用预制混凝土构件的连接方式与特点	59
4.2 预制混凝土墙板的装配作业	63
4.3 预制混凝土楼板的装配作业	71
4.4 预制混凝土梁的装配作业	72
4.5 预制混凝土楼梯的装配作业	74
4.6 预制混凝土其他构件的装配作业	77
本章小结	77
复习思考题	78
第5章 预制混凝土构件装配质量管理	79
5.1 成品保护	79
5.2 质量管理	82
5.3 安装质量要求	86
本章小结	107
复习思考题	107
第6章 预制混凝土构件装配文明施工	108
6.1 预制混凝土构件施工现场管理制度	108
6.2 预制混凝土构件装配施工安全要求	115
6.3 预制混凝土构件装配施工安全设施	128
6.4 预制混凝土构件装配施工的环境保护要求	133
本章小结	135
复习思考题	136
术语释义	137
引用标准名录	140
参考文献	141

第 1 章 装配式混凝土结构基础知识

内容提要

本章简述装配式混凝土结构的概念、特点及其分类。结合工程实例介绍装配式混凝土结构分类及其特点、难点,预制围护墙板分类及其特点、难点;预制构件连接竖向连接典型构造;预制围护墙板与主体结构连接典型构造;预制夹心墙板连接件种类与特点。最后回顾了装配式混凝土结构发展历程。

学习要求

- (1) 了解装配式混凝土结构的概念、特点。
- (2) 熟悉装配式混凝土结构的分类及其特征。
- (3) 掌握预制构件连接件的种类及其适用范围。
- (4) 了解装配式混凝土建筑的发展历程与趋势。

1.1 装配式混凝土结构的概念

建筑业作为国民经济的支柱产业,总产值已达到 GDP 的 20% 以上,然而建筑能耗占国家全部能耗的 32%,是最大单项能耗行业。要扭转建筑业高能耗、高污染、低产出的状况,必须通过技术创新,走新型建筑工业化的发展道路,才能在国民经济和社会快速发展的大环境中,保持蓬勃的生机。在这一趋势下,建筑生产必然要走进工厂,装配式混凝土建筑成为一个不可回避的方向。与传统建筑相比,装配式建筑就是改变传统的制造模式,通过标准化设计,工业化方式生产,机械化施工安装,信息化管理,变湿作业为干作业,保证建筑质量,减轻劳动强度,降低生产成本,减少环境污染,节约自然资源。

装配式混凝土结构是指预制混凝土构件通过可靠的连接方式装配而成的混凝土结构,包括装配整体式混凝土结构、全装配混凝土结构等。在建筑工程中,简称装配式建筑;在结构工程中,简称装配式结构。构件的连接方法一般有连接部位后浇混凝土、采用螺栓或预制应力连接等,钢筋连接可采用钢筋套筒灌浆连接、钢筋浆锚搭接连接、焊接、机械连接及预留孔洞搭接连接等方式。

装配式混凝土结构构件主要包含:全预制柱、全预制梁、叠合梁、全预制剪力墙、单层叠合剪力墙、双层叠合剪力墙、外挂墙板、预制混凝土夹心保温外墙板、预制叠合保温外墙板、全预制楼板、叠合楼板、全预制阳台板、叠合阳台板、预制飘窗、全预制空调板、全预制女儿墙、装饰柱等。

在装配式混凝土建筑中,预制率和装配率是两个不同的概念。

预制率是指:装配式混凝土建筑室外地坪以上主体结构和围护结构中预制构件部分的材料用量占对应构件材料总用量的体积比。

装配率是指:装配式建筑中预制构件、建筑部品的数量(或面积)占同类构件或部品总数量(或面积)的比率。

1.2 装配式混凝土结构的特点

装配式混凝土结构主要有以下特点:

(1) 主要构件在工厂或现场预制,采用机械化吊装,可与现场各专业施工同步进行,具有施工速度快、工程建设周期短、利于冬期施工的特点。

(2) 构件预制采用定型模板平面施工作业,代替现浇结构立体交叉作业,具有生产效率高、产品质量好、安全环保、有效降低成本等特点。

(3) 在预制构件生产环节可采用反打一次成型工艺或立模工艺等将保温、装饰、门窗附件等特殊要求的部件与混凝土墙板在工厂生产完成,可以提高窗框四周防水性能和保温层耐久性,同时解决外墙装饰性能。

(4) 功能高度集成,减少了物料损耗和施工工序。

(5) 由于对从业人员的技术管理能力和工程实践经验要求较高,因此,装配式建筑的设计施工应做好前期策划,具体包括工期进度计划、构件标准化深化设计及资源优化配置方案等。

1.3 装配式混凝土结构的种类

装配式混凝土建筑是建筑物建造技术的一次产业升级。与通常的按建筑功能分类方法不同的是,装配式混凝土建筑不是按建筑功能进行分类,而是按其具有的典型预制技术进行分类。

根据结构体系分,可分为装配整体式框架结构、装配整体式剪力墙结构、装配整体式框架-剪力墙结构。

根据预制围护构件的种类分,可分为预制外挂墙板、单层叠合剪力墙(PCF)、双层叠合剪力墙、预制保温叠合外墙板(PCTF)、预制夹心保温墙板、预制剪力墙外墙板、预制围护墙板、全预制女儿墙。

装配式混凝土结构的连接至关重要,主要分为预制构件之间的连接、预制围护构件与主体结构之间的连接、预制夹心保温墙板内外叶墙之间的连接。其中,预制构件的竖向连接一般分为三种:螺栓连接、钢筋套筒灌浆连接、钢筋浆锚搭接连接;预制夹心保温墙板内外叶墙之间的连接件分为三种:FRP连接件、不锈钢连接件以及玄武岩筋连接件。

1.3.1 装配式混凝土结构分类

1. 装配整体式框架结构

框架结构中全部或部分框架梁、柱采用预制构件建成的装配整体式混凝土结构,简称

装配整体式框架结构。

装配整体式框架结构是常见的结构体系,主要应用于空间要求较大的建筑,如商店、学校、医院等。其传力途径为楼板→次梁→主梁→柱→基础→地基,结构传力合理,抗震性能好。框架结构的主要受力构件梁、柱、楼板及非受力构件墙体、外装饰等均可预制。预制构件种类一般有全预制柱、全预制梁、叠合梁、预制板、叠合板、预制外挂墙板、全预制女儿墙等。全预制柱的竖向连接一般采用灌浆套筒逐根连接。

技术特点:预制构件标准化程度高,构件种类较少,各类构件重量差异较小,起重机械性能利用充分,技术经济合理性较高;建筑物拼装节点标准化程度高,有利于提高工效;钢筋连接及锚固可全部采用统一形式,机械化施工程度高、质量可靠、结构安全、现场环保等特点。难点:节点钢筋密度大,要求加工精度高,操作难度较大。

案例工程:浦江镇 128-3 地块 39 号楼。

项目概况:地上三层配套商业建筑,总建筑面积 1695m²。

预制情况:预制率 75%,预制柱、叠合梁、叠合楼板。

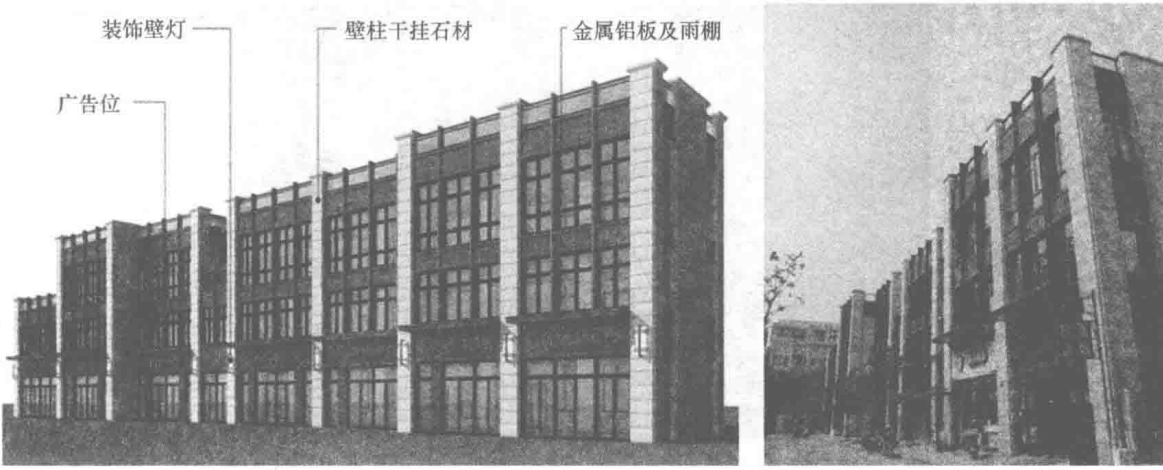


图 1-1 浦江镇 128-3 地块 39 号楼外观

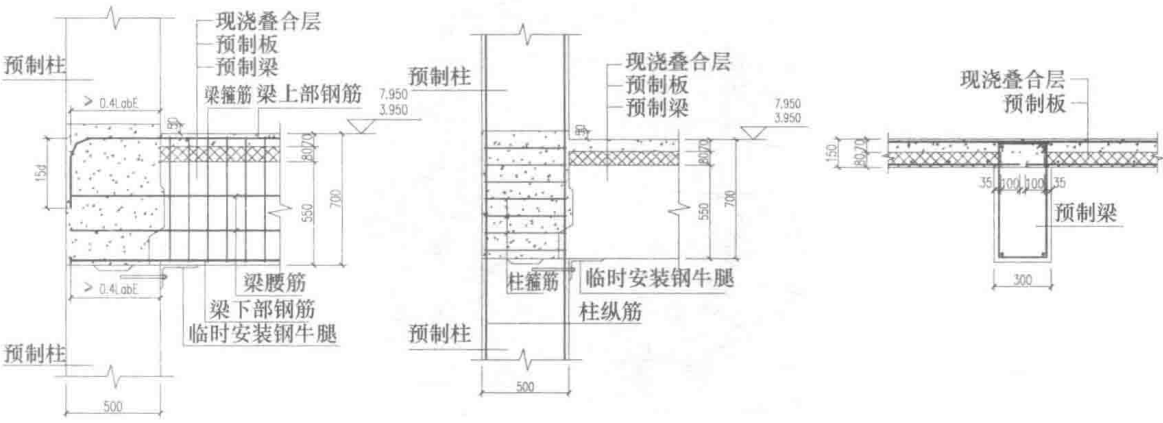


图 1-2 框架节点详图

2. 装配整体式剪力墙结构

装配整体式剪力墙结构是住宅建筑中常见的结构体系,其传力途径为楼板→剪力墙→

基础→地基,采用剪力墙结构的建筑物室内无突出于墙面的梁、柱等结构构件,室内空间规整。剪力墙结构的主要受力构件剪力墙、楼板及非受力构件墙体、外装饰等均可预制。预制构件种类一般有预制围护构件(包含全预制剪力墙、单层叠合剪力墙、双层叠合剪力墙、预制混凝土夹心保温外墙板、预制叠合保温外墙板、预制围护墙板)、预制剪力墙内墙、全预制梁、叠合梁、全预制板、叠合板、全预制阳台板、叠合阳台板、预制飘窗、全预制空调板、全预制楼梯、全预制女儿墙等。其中,预制剪力墙的竖向连接可采用螺栓连接、钢筋套筒灌浆连接、钢筋浆锚搭接连接;预制围护墙板的竖向连接一般采用螺纹盲孔灌浆连接。

技术特点:预制构件标准化程度较高,预制墙体构件、楼板构件均为平面构件,生产、运输效率较高;竖向连接方式采用螺栓连接、灌浆套筒连接、浆锚搭接等连接技术;水平连接节点部位后浇混凝土;预制剪力墙 T 形、十字形连接节点钢筋密度大,操作难度较高。

案例工程:万科地杰 B(海上传奇)。

项目概况:地上 18 层住宅建筑,总建筑面积 36200m^2 。

预制情况:预制率 15%,预制剪力墙(部分)、预制阳台、预制飘窗、全预制楼梯。



图 1-3 万科地杰 B 外观

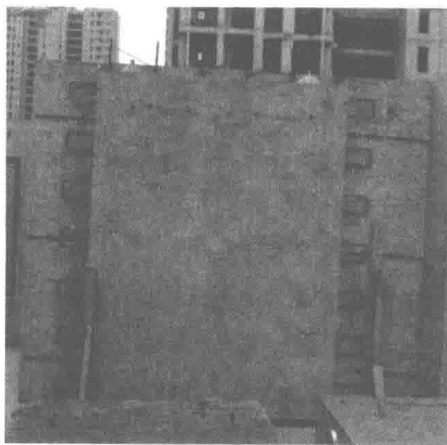


图 1-4 预制墙板

案例工程:泰和虹桥。

项目概况:地上 18 层住宅建筑,总建筑面积 42000m^2 。

预制情况:预制率 45%,预制剪力墙、预制叠合楼板、预制楼梯。



图 1-5 泰和虹桥外观

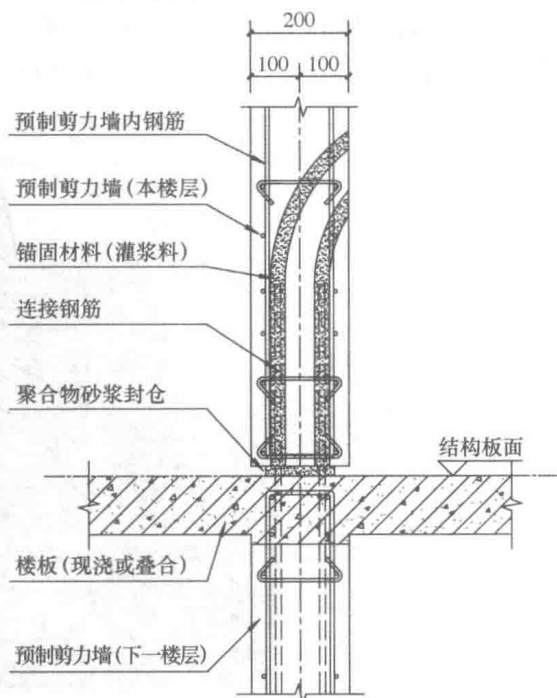


图 1-6 竖向连接节点

3. 装配整体式框架-剪力墙结构

装配整体式框架-剪力墙结构是办公、酒店类建筑中常见的结构体系,剪力墙为第一道抗震防线,预制框架为抗震第二道防线。预制构件种类一般有预制外挂墙板、全预制柱、叠合梁、全预制板、叠合板、全预制女儿墙等。其中,预制柱的竖向连接采用钢筋套筒灌浆连接。

技术特点:结构的主要抗侧力构件剪力墙一般为现浇,第二道抗震防线框架为预制,则预制构件标准化程度较高,预制柱、梁构件、楼板构件均为平面构件,生产、运输效率较高。

1.3.2 预制围护墙板分类

建筑外墙作为建筑外围护结构的重要组成部分,一直是建筑技术与艺术相互制约、相互促进的重要方面。作为装配式混凝土建筑技术的重要组成部分,预制外墙是国内研究最早的预制构件类型。

1. 预制混凝土外挂墙板

预制外挂墙板技术在国内外广泛应用,其技术原型为单元式幕墙,标准化、工业化程度较高,对建设项目的适应性强,通常应用于框架结构的外墙预制。

技术特点:预制混凝土外墙板(单一材料墙板或预制夹心保温墙板)悬挂于建筑主体结构外侧,通过锚固铁件或钢筋与主体结构连接;预制混凝土外墙板之间拼缝构造复杂,通常采用特殊形状的企口缝,以满足建筑外墙对拼缝的防水、保温要求;当预制外挂墙板采用后挂法施工时,建筑外围承重结构及内部隔墙与预制混凝土外挂墙板之间存在技术构造空隙,需采用玻璃幕墙在该部位的类似构造以达到防火隔离、隔声等基本要求。

案例工程:万科新里程 20[#] 楼。

项目概况:地上 14 层住宅建筑,总建筑面积 5800m²。

预制情况:预制率 35%,预制外挂墙板、预制叠合楼板、预制楼梯、预制阳台。



图 1-7 万科新里程 20[#] 楼外观

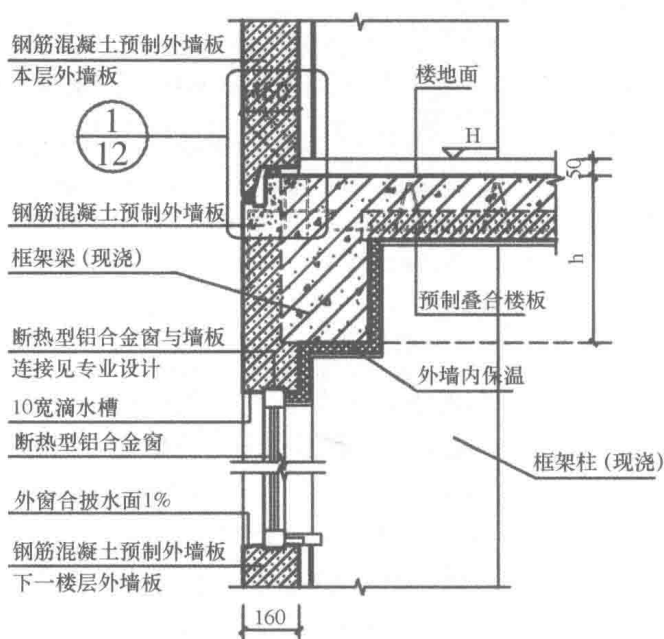


图 1-8 预制混凝土墙板连接节点

2. 单面叠合剪力墙墙板(PCF)

预制混凝土单面叠合剪力墙墙板技术最初由万科从香港引入内地并在万科金色里程项目中运用。

技术特点:预制混凝土外墙模形成外墙外侧永久模板,并具有平整的外墙表面;预制构

件未集成保温层;预制构件的使用不改变建筑物主体结构力学特性,与现行技术规范无冲突;建筑外墙保温通常采用外墙内保温构造。

难点:预制外墙模构件自身厚度较小、刚度较差,制作、运输、吊装过程中成品保护较困难。

案例工程:万科金色里程。

项目概况:高层住宅建筑,总建筑面积 9800m²。

预制情况:预制率 15%,预制外墙模、预制叠合楼板、预制楼梯、预制阳台。

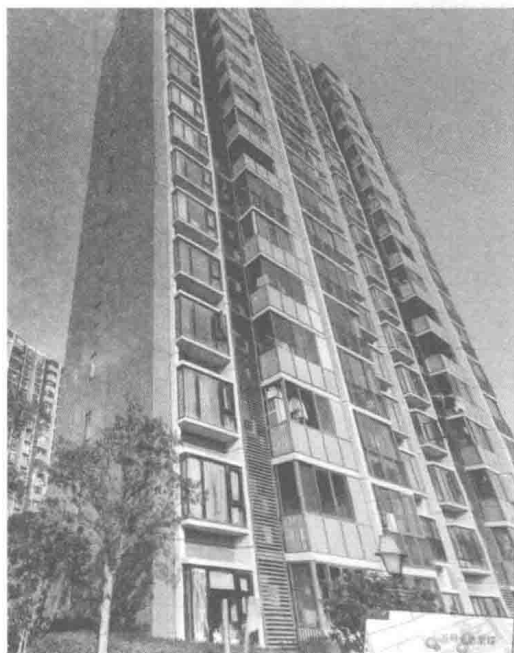


图 1-9 万科金色里程外观

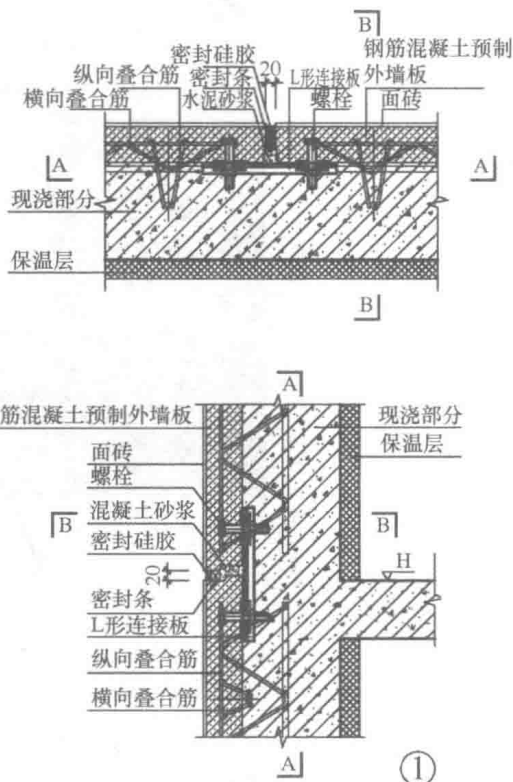


图 1-10 叠合楼板、叠合墙板详图

3. 预制混凝土叠合夹心保温墙板

预制混凝土叠合夹心保温墙板技术强化了建筑外墙功能的集成,在预制外墙模基础上集成了外墙门窗、外墙保温技术,同时由于外墙板工况的改变,集成了预制外挂墙板技术的水平缝防水构造,是夹心保温墙板技术先行者。预制外挂夹心保温墙板技术由上海建工集团研发并首次应用于建工房产康桥 6 号地块 4[#] 楼。

技术特点:构件高度集成,构件制作阶段即已完成非承重建筑外墙的所有构造层次;建筑承重结构采用现浇钢筋混凝土结构,预制构件与建筑承重结构通过现场浇筑工艺连接;预制构件上口及侧边与建筑承重结构现浇连接,底边采用连接板连接。

难点:预制外挂夹心保温墙板在工厂制作工序较多,制作周期较长;构件自重较大,运输、吊装台班费相对较高。

案例工程:康桥 6 号地块 4[#] 楼。

项目概况:地上 14 层住宅建筑,总建筑面积 6500m²。

预制情况:预制率 30%,预制外挂夹心保温墙板、预制叠合楼板、预制楼梯、预制阳台。

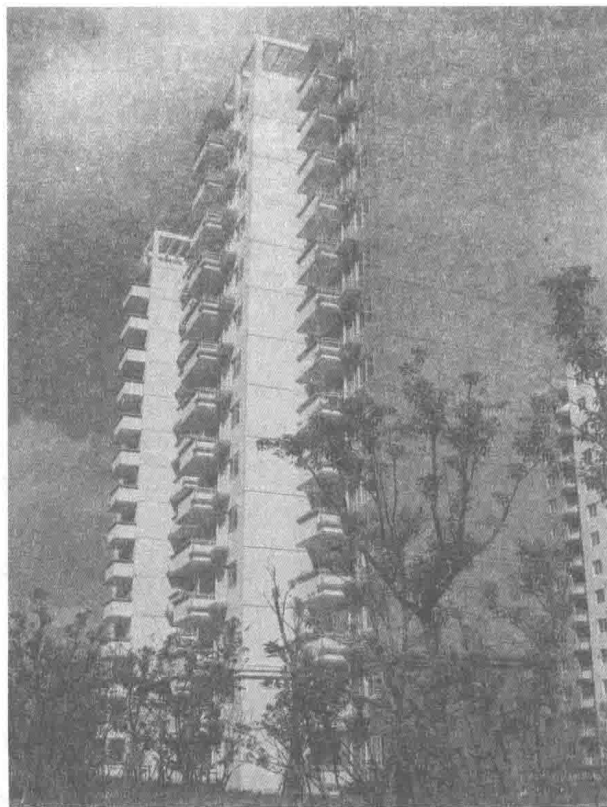


图 1-11 康桥 6 号地块 4# 楼外观

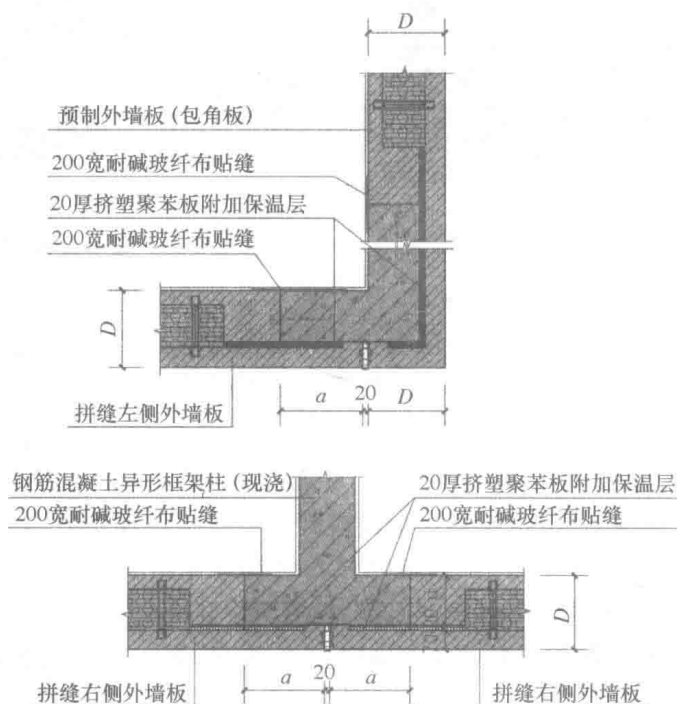


图 1-12 预制混凝土夹心保温墙板详图

4. 预制夹心保温叠合外挂墙板(PCTF)

预制夹心保温叠合外挂墙板技术加强了预制混凝土叠合墙板技术外墙保温功能,在预制混凝土叠合墙板基础上集成了外墙门窗、外墙夹心保温,同时并未改变预制混凝土叠合墙板与建筑外墙之间的构造关系,是一种预制叠合的夹心保温墙体技术。预制夹心保温叠合外挂墙板技术由上海建工集团研发并首次应用于建工房产周康航 C-04-01 地块。

技术特点:预制构件内侧集成保温层,通过现场浇筑工艺形成夹心保温构造;预制构件的使用不改变建筑物主体结构力学特性,与现行技术规范无冲突;预制外墙模构件自身厚度较小、刚度较差,制作、运输、吊装过程中成品保护较困难。

案例工程:周康航 C-04-01 地块。

项目概况:高层住宅建筑,总建筑面积 49 000m²。

预制情况:预制率 30%,预制保温叠合外墙板、预制叠合楼板、预制楼梯、预制阳台。



图 1-13 周康航 C-04-01 地块

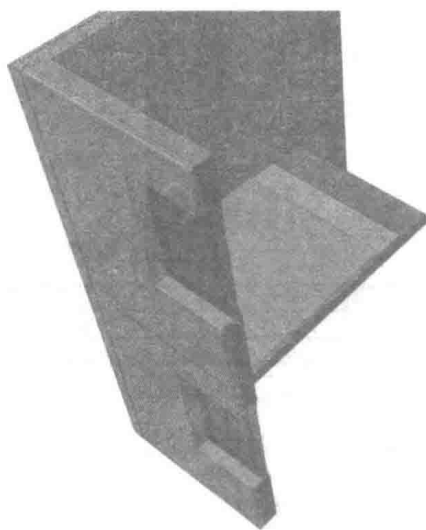


图 1-14 预制夹心保温墙板详图