



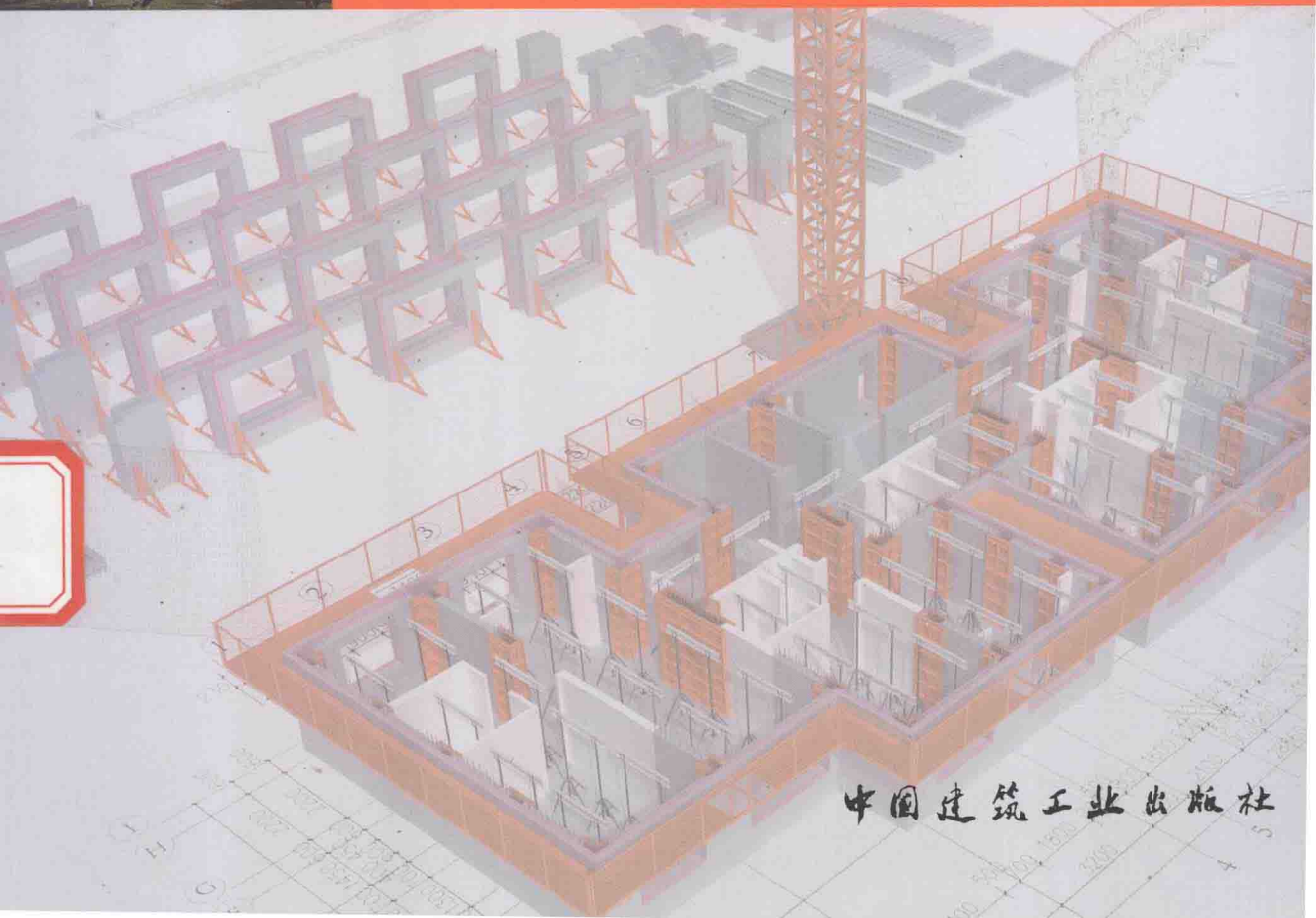
装配式建筑系列工程案例丛书

装配式混凝土结构 技术体系和工程案例汇编

文林峰 主编

住房和城乡建设部科技与产业化发展中心
(住房和城乡建设部住宅产业化促进中心)

编著



中国建筑工业出版社

装配式建筑系列工程案例丛书

装配式混凝土结构 技术体系和工程案例汇编

文林峰 主编

住房和城乡建设部科技与产业化发展中心
(住房和城乡建设部住宅产业化促进中心)

编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

装配式混凝土结构技术体系和工程案例汇编/文林峰主编, 住房和城乡建设部科技与产业化发展中心 (住房和城乡建设部住宅产业化促进中心) 编著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2017.5
(装配式建筑系列工程案例丛书)
ISBN 978-7-112-20517-2

I. ①装… II. ①文… ②住… III. ①装配式混凝土-结构-案例-汇编 IV. ①TU37

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 048197 号

装配式建筑是我国建筑产业化的一个重要方向, 目前各企业在推进装配式建筑的过程中, 常有疑惑, 对案例性图书有较大需求。本书针对装配式建筑的不同技术体系, 收集整理相关案例, 并配有专家点评, 结合案例讲述不同技术体系的适用范围和注意事项等, 帮助装配式建筑全产业链企业, 包括科研、咨询、设计、生产、施工、装修企业尽快了解并掌握装配式建筑的技术规范, 加快提升装配式建筑的产业化与规模化发展。

责任编辑: 封毅 毕凤鸣

责任设计: 李志立

责任校对: 焦乐 李欣慰

装配式建筑系列工程案例丛书 装配式混凝土结构技术体系和工程案例汇编

文林峰 主编

住房和城乡建设部科技与产业化发展中心 编著
(住房和城乡建设部住宅产业化促进中心)

*

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

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京中科印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 14 $\frac{3}{4}$ 字数: 368 千字

2017 年 4 月第一版 2017 年 4 月第一次印刷

定价: 150.00 元

ISBN 978-7-112-20517-2
(29997)

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)

本书编委会

编 著：住房和城乡建设部科技与产业化发展中心
(住房和城乡建设部住宅产业化促进中心)

主 编：文林峰

副 主 编：武 振 冯仕章 李晓明 田春雨 杜阳阳
武洁青

主要编写人员：(按姓氏字母排序)

樊 骅 樊则森 甘生字 龚咏晖 何 磊
康 庄 林家祥 孙海龙 闫红缨 张 波
张裕照 张宗军 王晓冉

评 价 专 家：(按姓氏字母排序)

郭海山 马 涛 汪 杰 于 劲 张守峰
赵 勇

前 言

党中央、国务院高度重视装配式建筑的发展，2016年《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》提出，要发展新型建造方式，大力推广装配式建筑。2016年9月，国务院办公厅印发了《关于大力发展装配式建筑的指导意见》，提出以京津冀、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，加快推进装配式建筑发展。我国装配式建筑已经进入加速发展时期。

各地在推进装配式建筑发展过程中，普遍反映对装配式建筑技术体系和相关标准把握不够准确，理解不够深入，特别是缺乏一些实例性的工程案例作为参考。在此背景下，住房和城乡建设部科技与产业化发展中心（住宅产业化促进中心）在总结装配式建筑技术体系研究成果的基础上，组织行业权威专家和龙头企业编写了这本《装配式混凝土结构技术体系和工程案例汇编》。

本书在系统梳理装配式混凝土结构技术体系的基础上，在全国范围内分类选择了12个具有代表性的装配式混凝土建筑工程案例。这些案例涵盖了南北方不同气候区域、不同地震烈度设防地区、不同建筑类型和结构体系，重点从装配式建筑技术应用、构件生产和安装技术、效益分析等方面介绍了案例工程的特点和实施情况。本书最大亮点是邀请业内专家系统总结了各类装配式混凝土建筑结构技术要点，并对入选的工程案例逐个进行专家点评，提出可资借鉴的经验和适用范围，指出需要进一步完善的主要问题，为各地选用不同类型的技术体系，加快推进装配式建筑发展提供参考和借鉴。

但由于时间紧迫，难免存在疏漏之处，欢迎大家提出宝贵的意见和建议，以便在今后的系列案例汇编工作中不断补充完善。最后，向参加本书撰写及对本书出版作出贡献的各级建设主管部门领导、专家学者、企业家、一线技术人员表示诚挚的感谢，也衷心希望本书的出版能够为装配式建筑的发展作出相应的贡献。

编委会

2017年1月15日

目 录

第一章 装配式混凝土结构建筑技术体系简介	1
1 装配整体式剪力墙结构体系	1
1.1 技术类型和特点	1
1.2 结构体系	1
1.3 技术条件	6
1.4 设计方法	6
2 框架结构体系	7
2.1 技术类型	7
2.2 主要技术体系	7
2.3 技术特点	12
2.4 技术条件	12
2.5 设计方法	12
3 框架—剪力墙结构体系	13
3.1 技术类型	13
3.2 装配整体式框架—现浇剪力墙结构体系	13
3.3 装配整体式框架—现浇核心筒结构	13
3.4 装配整体式框架—剪力墙结构	14
3.5 技术条件	14
3.6 设计方法	14
第二章 技术体系之一：采用套筒灌浆连接方式的装配整体式剪力墙结构	15
【案例1】 合肥蜀山产业园公租房	15
1 典型工程案例简介	15
1.1 基本信息	15
1.2 项目概况	16
1.3 工程承包模式	18
2 装配式建筑技术应用情况	18
2.1 建筑专业	18
2.2 结构专业	20
2.3 水暖电专业	22
2.4 全装修技术应用	23

2.5 信息化技术应用	24
3 构件生产、安装施工技术应用情况	26
3.1 预制构件生产制作及质量控制	26
3.2 预制构件运输管理	27
3.3 装配化施工组织与管理	28
3.4 装配化施工技术与工艺	29
3.5 装配化施工质量	31
4 效益分析	31
4.1 成本分析	31
4.2 用工分析	34
4.3 用时分析	34
4.4 四节一环保分析	35
【专家点评】	36
【案例2】 深圳裕璟幸福家园	37
1 典型工程案例简介	37
1.1 基本信息	37
1.2 项目概况	37
1.3 工程承包模式	38
2 装配式建筑技术应用情况	38
2.1 建筑专业	38
2.2 结构专业	43
2.3 水暖电专业	45
2.4 全装修技术应用	45
2.5 信息化技术应用	45
3 构件生产、安装施工技术应用情况	53
3.1 生产	53
3.2 施工安装	54
【专家点评】	56
【案例3】 天津市双青新家园限价房 20 地块（荣悦园）工程	57
1 典型工程案例简介	57
1.1 基本信息	57
1.2 项目概况	58
1.3 工程承包模式	59
2 装配式建筑技术应用情况	59
2.1 建筑专业	59
2.2 结构专业	61
2.3 水暖电专业	64

2.4 全装修技术应用	64
2.5 信息化技术应用	64
3 构件生产、安装施工技术应用情况	70
3.1 构件生产	70
3.2 施工安装	72
4 效益分析	75
4.1 成本分析	75
4.2 用工分析	76
4.3 用时分析	76
4.4 四节一环保分析	76
【专家点评】	77
第三章 技术体系之二：采用约束浆锚搭接的装配整体式剪力墙结构	78
【案例4】 哈尔滨市新新怡园	78
1 典型工程案例简介	78
1.1 基本信息	78
1.2 项目概况	78
1.3 工程承包模式	79
2 装配式建筑技术应用情况	79
2.1 建筑专业	79
2.2 结构专业	79
2.3 水暖电专业	80
2.4 全装修技术应用	80
2.5 信息化技术应用	81
3 构件生产、安装施工技术应用情况	81
3.1 构件生产工艺、工法和要点	81
3.2 施工安装工艺、工法和技术要点	81
4 效益分析	83
4.1 成本分析	83
4.2 用工分析	83
4.3 用时分析	83
4.4 四节一环保分析	84
【专家点评】	84
第四章 技术体系之三：采用波纹管浆锚搭接的装配整体式剪力墙结构	85
【案例5】 江苏省海门市中南世纪城	85
1 典型工程案例简介	85

1.1	基本信息	85
1.2	项目概况	85
1.3	工程承包模式	86
2	装配式建筑技术应用情况	87
2.1	建筑专业	87
2.2	结构专业	87
2.3	水暖电专业	89
2.4	全装修技术应用	90
2.5	信息化技术应用	90
3	构件生产、安装施工技术应用情况	90
3.1	构件生产	90
3.2	现场安装	90
4	效益分析	92
4.1	成本分析	92
4.2	用工分析	93
4.3	用时分析	93
4.4	四节一环保分析	93
	【专家点评】	93
第五章 技术体系之四：叠合板式剪力墙结构		95
【案例6】 上海浦东新区惠南新市镇惠南万华城 23 号楼		95
1	典型工程案例简介	95
1.1	基本信息	95
1.2	项目概况	96
1.3	工程承包模式	98
2	装配式建筑技术应用情况	98
2.1	建筑专业	98
2.2	结构专业	100
2.3	水暖电专业	103
2.4	全装修技术应用	103
2.5	信息化技术应用	103
3	构件生产、安装施工技术应用情况	104
3.1	生产	104
3.2	施工安装	105
4	效益分析	107
4.1	成本分析	107
4.2	用工分析	107
4.3	用时分析	108

【专家点评】	108
第六章 技术体系之五：现浇剪力墙搭配预制水平构件的结构	110
【案例 7】 郴州金田佳苑项目	110
1 典型工程案例简介	110
1.1 基本信息	110
1.2 项目概况	110
1.3 工程承包模式	111
2 装配式建筑技术应用情况	111
2.1 建筑专业	111
2.2 结构专业	112
2.3 水暖电专业	113
2.4 全装修技术应用	114
3 构件生产、安装施工技术应用情况	115
3.1 构件生产工艺要求及特点	115
3.2 构件施工安装工法及特点	117
4 效益分析	120
4.1 成本分析	120
4.2 用工分析	121
4.3 用时分析	122
4.4 四节一环保分析	122
【专家点评】	123
第七章 技术体系之六：圆孔板剪力墙结构	125
【案例 8】 北京市昌平区北七家镇 B1 号楼安置房项目	125
1 典型工程案例简介	125
1.1 基本信息	125
1.2 项目概况	126
1.3 工程承包模式	127
2 装配式建筑技术应用情况	127
2.1 建筑专业	127
2.2 结构专业	128
2.3 水暖电专业	132
2.4 信息化技术应用	133
3 构件生产、安装施工技术应用情况	133
3.1 EVE 装配式预制圆孔墙板剪力墙结构生产工艺	133
3.2 装配式剪力墙结构施工工艺	136

4 效益分析	141
4.1 成本分析	141
4.2 用工分析	142
4.3 用时分析	142
4.4 四节一环保分析	142
【专家点评】	143
第八章 技术体系之七：装配式预应力框架结构	145
【案例9】 南京汽车集团有限公司浦口生产基地2号涂装车间	145
1 典型工程案例简介	145
1.1 基本信息	145
1.2 项目概况	146
1.3 工程承包模式	149
2 装配式建筑技术应用情况	149
2.1 建筑专业	149
2.2 结构专业	151
3 构件生产、安装施工技术应用情况	157
4 效益分析	160
4.1 成本分析	160
4.2 用工分析	160
4.3 用时分析	161
4.4 四节一环保分析	161
【专家点评】	161
第九章 技术体系之八：框架-剪力墙结构	163
【案例10】 海门市龙馨家园老年公寓项目	163
1 典型工程案例简介	163
1.1 基本信息	163
1.2 项目概况	164
1.3 工程承包模式	164
2 装配式建筑技术应用情况	165
2.1 建筑专业	165
2.2 结构专业	167
2.3 水暖电专业	170
2.4 全装修技术应用	174
2.5 信息化技术应用	180
3 构件生产、安装施工技术应用情况	186

3.1 构件生产阶段工艺	186
3.2 构件施工安装工法及特点	188
4 效益分析	192
4.1 成本分析	192
4.2 用工分析	192
4.3 用时分析	192
4.4 四节一环保分析	192
【专家点评】	192
【案例 11】 浦江基地经济适用房项目	194
1 典型案例简介	194
1.1 基本信息	194
1.2 项目概况	194
1.3 工程承包模式	196
2 装配式建筑技术应用情况	196
2.1 建筑专业	196
2.2 结构专业	198
2.3 水暖电专业	202
2.4 全装修技术应用	202
2.5 信息化技术应用	202
3 构件生产、安装施工技术应用情况	207
3.1 施工组织设计	207
3.2 构件生产	207
3.3 吊装施工	209
4 效益分析	211
4.1 成本分析	211
4.2 用工分析	211
4.3 用时分析	212
4.4 四节一环保分析	212
【专家点评】	213
第十章 综合技术集成案例之万科云城	215
【案例 12】 深圳万科云城	215
1 典型案例简介	215
1.1 基本信息	215
1.2 项目概况	215
2 装配式建筑技术应用情况	217
2.1 建筑专业	217

2.2	结构设计	218
2.3	水暖电专业	219
2.4	全装修技术应用	219
2.5	信息化技术应用	220
3	构件生产、安装施工技术应用情况	220
3.1	生产	220
3.2	施工安装	220
4	效益分析	223
4.1	成本分析	223
4.2	用工分析	223
4.3	用时分析	223
【专家点评】		223

第一章 装配式混凝土结构建筑技术体系简介

1 装配整体式剪力墙结构体系

剪力墙结构体系在我国建筑市场中一直占据重要地位，以其在居住建筑中的结构墙和分隔墙兼用，以及无梁、柱外露等特点得到市场的广泛认可。近年来，装配式剪力墙结构发展非常迅速，应用量不断加大，不同形式、不同结构特点的装配式剪力墙结构建筑不断涌现，在北京、上海、天津、哈尔滨、沈阳、唐山、合肥、南通、深圳等诸多大城市中均有较大规模的应用。

1.1 技术类型和特点

1.1.1 技术类型

按照主要受力构件的预制及连接方式，国内的装配式剪力墙结构体系可以分为：（1）装配整体式剪力墙结构体系，竖向钢筋连接方式包括：套筒灌浆连接、浆锚搭接连接等；（2）叠合剪力墙结构体系；（3）多层剪力墙结构体系。

各结构体系中，装配整体式剪力墙结构体系应用较多，适用的房屋高度最大；叠合板剪力墙目前主要应用于多层建筑或者低烈度区高度不大的高层建筑中；多层剪力墙结构目前应用较少，但基于其高效、简便的特点，在新型城镇化的推进过程中前景广阔。

此外，还有一种应用较多的剪力墙结构体系，即结构主体采用现浇剪力墙结构，外墙、楼梯、楼板、隔墙等采用预制构件。这种方式在我国南方部分省市应用较多，结构设计方法与现浇结构基本相同，但预制装配化程度较低。

1.1.2 技术特点

装配整体式剪力墙结构的主要受力构件，如内外墙板、楼板等在工厂生产，并在现场组装而成。预制构件之间通过现浇节点连接在一起，有效地保证了建筑物的整体性和抗震性能。

装配整体式剪力墙结构可大大提高结构尺寸的精度和住宅的整体质量；减少模板和脚手架作业，提高施工安全性；外墙保温材料和结构材料（钢筋混凝土）复合一体工厂化生产，节能保温效果明显，保温系统的耐久性得到极大的提高。

装配整体式剪力墙结构的构件通过标准化生产，土建和装修一体化设计，减少浪费；户型标准化，模数协调，房屋使用面积相对较高，节约土地资源；采用装配式建造，减少现场湿作业，降低施工噪音和粉尘污染，减少建筑垃圾和污水排放。

1.2 结构体系

“装配整体式剪力墙结构”是“装配式混凝土结构”的一种。以预制混凝土剪力墙墙板构件（以下简称预制墙板）和现浇混凝土剪力墙作为结构的竖向承重和水平抗侧力构

件，通过整体式连接而成。其中包括同层预制墙板间以及预制墙板与现浇剪力墙的整体连接——采用竖向现浇段将预制墙板以及现浇剪力墙连接成为整体；楼层间的预制墙板的整体连接——通过预制墙板底部结合面灌浆以及顶部的水平现浇带和圈梁，将相邻楼层的预制墙板连接成为整体。预制墙板与水平楼盖之间的整体连接——水平现浇带和圈梁。

目前，国内主要的装配整体式剪力墙结构体系中，包括万科、宇辉、中南、中建、万融、宝业等企业，主要技术特征在于剪力墙构件之间的接缝连接形式。各个体系中，预制墙体竖向接缝的构造形式基本类似，均采用后浇混凝土区段来连接预制构件，墙板水平钢筋在后浇段内锚固或者连接，具体的锚固方式有些区别。各种技术体系的主要区别在于预制剪力墙构件水平接缝处竖向钢筋的连接技术以及水平接缝构造形式。按照预制墙体水平接缝钢筋连接形式，可划分以下几种：

- (1) 竖向钢筋采用套筒灌浆连接、接缝采用灌浆料填实，如万科、中建、万融、宝业等，这是目前应用量最大的技术体系。
- (2) 竖向钢筋采用螺旋箍筋约束浆锚搭接连接、接缝采用灌浆料填实，如宇辉。
- (3) 竖向钢筋采用金属波纹管浆锚搭接连接、接缝采用灌浆料填实，如中南集团。
- (4) 还有部分套筒灌浆连接和浆锚搭接连接混合使用的技术体系，如宇辉、中南等。

1.2.1 套筒灌浆连接技术

钢筋的套筒灌浆连接广泛用于结构中纵向钢筋的连接，在保证施工质量的前提下性能可靠。当套筒灌浆连接技术应用于剪力墙竖向钢筋连接时，就形成了钢筋套筒灌浆连接的装配整体式剪力墙结构体系。

在预制墙体时，要求套筒的定位必须精准，浇注混凝土前须对套筒所有的开口部位进行封堵，以防在套筒灌浆前有混凝土进入内部影响灌浆和钢筋的连接效果。由于套筒直径大于钢筋直径，施工时要保障套筒及其箍筋的混凝土保护层厚度，因此被连接的钢筋与采用搭接连接的钢筋不在同一平面。另外，套筒处如设计中需要设置箍筋，不能因为套筒较粗导致施工不便而省去箍筋，套筒连接处通常位于剪力墙的根部，箍筋存在的意义重大。同时计算箍筋用料时要考虑其长度大于其他部位箍筋下料长度。

套筒灌浆连接技术保障了装配整体式剪力墙结构的可靠性，但由于其对构件生产要求精度高、施工工序较为繁琐，且由于剪力墙内竖向钢筋数量大，逐根连接时仍会存在成本较高，生产、施工难度较高等问题。因此《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1—2014 规定：当剪力墙采用套筒灌浆连接时，剪力墙边缘构件中纵筋应逐根连接，竖向分布钢筋可以采用间隔连接的形式如图 1.1 所示，间隔连接时，连接的钢筋仍可用于计算水平剪力和

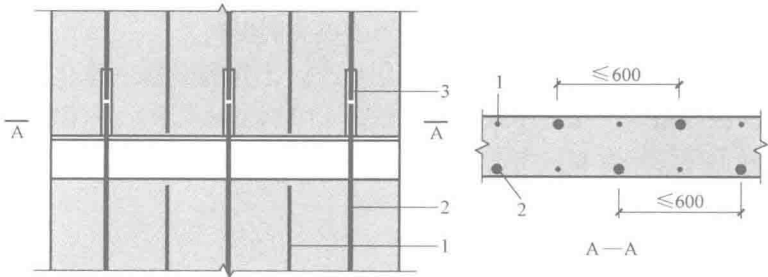


图 1.1 预制剪力墙竖向分布钢筋间隔连接构造示意

配筋率，未连接钢筋不得计入。

1.2.2 约束浆锚搭接连接技术

螺旋箍筋约束的钢筋浆锚搭接连接是拥有我国自主知识产权的钢筋连接技术，可以应用于预制装配式剪力墙的竖向钢筋连接。其工艺流程为：在预制构件底部预埋足够长度的带螺纹的套管，预埋钢筋和套管共同置于螺旋箍筋内，浇筑混凝土剪力墙后待混凝土开始硬化时拔出预埋套管；预制构件运输、就位后将待连接钢筋插入预留孔洞后由灌浆孔处注入灌浆料，完成钢筋的间接连接。钢筋约束浆锚搭接连接示意如图 1.2 所示。

预留孔洞内壁表面为波纹状或螺旋状界面，以增强灌浆料和预制混凝土的界面粘接性能。沿孔洞长度方向布置的螺旋箍筋能够有效约束灌浆料与被连接钢筋。与套筒灌浆连接技术区别在于，预埋套筒不等同于套筒，其作用是为形成孔洞的模板，起到套筒约束作用的是螺旋箍筋，套管需要在预制墙的混凝土未完全硬化前及时取出。

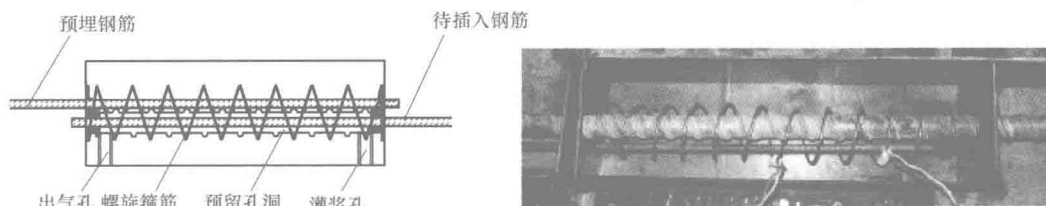


图 1.2 螺旋箍筋约束浆锚钢筋搭接连接示意图

应用钢筋约束浆锚搭接连接技术的装配整体式剪力墙结构即称为钢筋约束浆锚搭接连接剪力墙结构体系，其主要施工流程与套筒灌浆连接装配整体式剪力墙相同，包括工厂预制、现场就位后临时支撑、封堵，灌浆完成连接。

约束浆锚搭接的装配整体式剪力墙结构技术开发和应用的代表为黑龙江宇辉新型建筑材料有限公司。在哈尔滨、沈阳、合肥、湖北等地均有一定规模的工程应用。钢筋约束浆锚搭接连接技术成本较低，更适宜于较细的钢筋连接，剪力墙竖向分布钢筋可全部逐根连接。

目前，行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1—2014 尚未对应用本技术的装配整体式剪力墙结构的房屋适用高度、约束浆锚搭接连接的构造细节做出具体规定。规程中规定，纵向钢筋采用浆锚搭接连接时，对预留孔成孔工艺、孔道形状和长度、构造要求、灌浆料和被连接钢筋，应进行力学性能以及适用性的试验验证。直径大于 20mm 的钢筋不宜采用浆锚搭接连接，直接承受动力荷载构件的纵向钢筋不应采用浆锚搭接连接。在一级抗震等级以及二、三级抗震等级剪力墙底部加强部位，竖向钢筋不宜采用浆锚搭接连接方式。

约束浆锚钢筋搭接技术的主要技术参数包括钢筋搭接长度和螺旋箍筋的直径、箍距、配箍率等。这项技术的关键在于孔洞的成型技术、灌浆料的质量以及对被搭接钢筋形成约束的方法等方面。

1.2.3 波纹管浆锚搭接连接技术

江苏中南建设集团自澳大利亚引进了钢筋的金属波纹管浆锚搭接连接技术，主要应用于预制剪力墙的竖向钢筋连接。本技术的原理为在预埋钢筋附近预埋金属波纹管，在波纹

管内插入待插钢筋后灌浆完成连接。本技术中金属波纹管较薄，在连接中仅起到预留孔洞

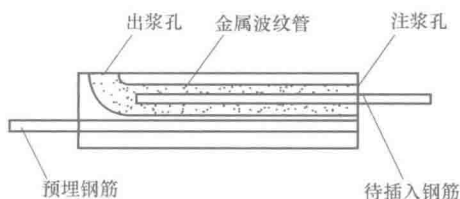


图 1.3 金属波纹管钢筋浆锚搭接连接示意

的“模板”作用，不需取出，但波纹管直径较大，被连接的两根钢筋分别位于波纹管内、外，连接钢筋和被连接钢筋外围除混凝土外无其他约束。金属波纹管浆锚搭接技术示意如图 1.3 所示。

相对于钢筋套筒灌浆连接，金属波纹管浆锚搭接连接技术成本较低，但受力性能差于套筒灌浆连接。

钢筋金属波纹管浆锚搭接连接技术与上述螺旋箍筋约束浆锚搭接以及其他预留孔洞灌浆连接技术统称为钢筋浆锚搭接连接技术。行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1—2014 尚未对应用本技术的装配整体式剪力墙结构高度做出具体规定，在应用本技术时，需要进行规程中规定的试验验证，以及针对具体工程的专项技术论证，为设计、审图和验收提供依据。当有相关地方标准时，可按照地方标准中的规定执行。

钢筋金属波纹管浆锚搭接连接技术已被纳入到江苏省地方标准《预制装配整体式剪力墙结构体系技术规程》DGJ32/TJ 125—2011 中，对结构适用高度和设计构造有明确的规定。该标准中规定，可用于 6 度抗震设防地区和 7 度抗震设防地区的 I、II 类场地、层数不超过 12 层（个别层层高不宜超过 4.8m）的居住建筑。在经过计算并进行试验验证的基础上，对剪力墙的边缘构件和水平缝采取进一步加强措施后，建筑层数和适用范围可适当增加，但不宜超过 18 层。

为了改善钢筋波纹管浆锚搭接连接剪力墙的延性，东南大学和中南集团通过研究提出了改进构造技术，提出了扣接封闭箍筋约束波纹管浆锚连接技术。钢筋连接技术本身并未改变，而是通过增加箍筋构造措施使剪力墙的边缘构件区具有更好的延性，以此提高了装配整体式剪力墙的性能，其构造措施如图 1.4 所示。改进措施主要是在边缘构件的竖向钢筋扣接小尺寸封闭环式箍筋，使波纹管浆锚搭接节点位于箍筋扣接环内部，加强约束能力，改善搭接传力性能。在连接区的最外侧的封闭环式箍筋加密，进一步增加约束效果。研究表明采用改进后的剪力墙结构抗震性能有所改善。

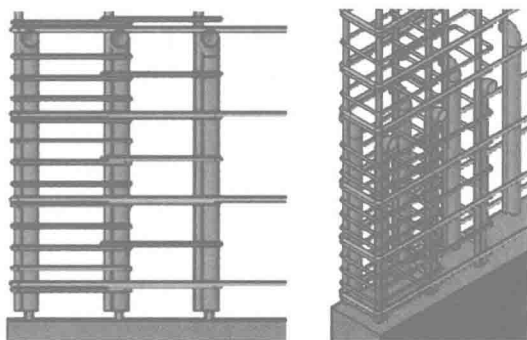


图 1.4 扣接封闭箍筋约束波纹管浆锚连接

通过在边缘构件区设置多道扣接封闭箍筋增强了结构的性能，弥补了传统金属波纹管连接剪力墙性能的不足，同时也加大了生产和施工复杂性。

1.2.4 叠合剪力墙体系

叠合剪力墙体系主要是宝业等企业采用。

叠合剪力墙的特点是将剪力墙沿厚度方向分为三层，内、外两层预制，中间层后浇，形成“三明治”结构，如图 1.5 所示。三层之间通过预埋在预制板内桁架钢筋进行结构连