



“十三五”国家重点研发计划项目(2016YFC0701400)资助
——《预制混凝土构件高效配筋及性能化设计理论研究》

装配式剪力墙

结构深化设计、构件制作与施工安装 技术指南 (第二版)

刘海成 郑勇 姚大鹏 刘佳瑞 李家旭 著
刘明 主审

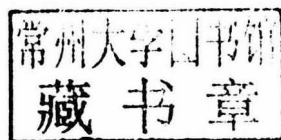


“十三五”国家重点研发计划项目（2016YFC0701400）资助
——《预制混凝土构件高效配筋及性能化设计理论研究》

装配式剪力墙结构深化设计、 构件制作与施工安装技术指南

（第二版）

刘海成 郑 勇 姚大鹏 刘佳瑞 李家旭 著
刘 明 主审



中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

装配式剪力墙结构深化设计、构件制作与施工安装
技术指南/刘海成等著. —2 版. —北京: 中国建筑工
业出版社, 2019. 8

ISBN 978-7-112-23742-5

I. ①装… II. ①刘… III. ①装配式混凝土结构-剪力墙结构-结构设计-指南②装配式混凝土结构-剪力墙结构-预制结构-制作-指南③装配式混凝土结构-剪力墙结构-建筑安装-指南 IV. ①TU398-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 093007 号

本书共分 3 篇和 3 个附录, 主要针对装配式剪力墙结构, 系统地论述了装配式剪力墙结构深化设计、预制构件生产、装配式剪力墙结构施工。第 1 篇系统地阐述了装配式剪力墙结构深化设计, 提出了一种新的全预制外墙的连接方法、整体设计方法和技术要求, 给出了剪力墙、连梁、楼板、楼梯、内隔墙等各类构件深化设计要点和计算方法; 第 2 篇系统叙述了预制构件生产设备、预制构件生产工艺流程、预制构件生产全过程质量控制标准、预制构件存放运输和预制构件安装方法; 第 3 篇采用表格化、图形化对装配式剪力墙结构整体施工技术方案和装配式剪力墙结构施工全过程进行了阐述。附录给出了辽宁省地方标准 DB21/T 2572—2019、装配式剪力墙结构深化设计实例和预制混凝土夹心保温墙板技术要求, 提出了预制混凝土夹心保温墙内外叶墙连接的承载力和变形的检测方法。

本书涉及装配式混凝土剪力墙结构实施全过程, 内容丰富、通俗易懂、针对性强。可供从事装配式混凝土结构的工程设计人员、审图机构人员、预制构件厂技术人员、施工技术人员、监理工程师和从事装配式项目管理的人员参考使用。也可作为高等院校师生的教学参考书。

责任编辑: 王砾瑶 范业庶

责任校对: 张颖

装配式剪力墙结构深化设计、构件制作与施工安装技术指南 (第二版)

刘海成 郑勇 姚大鹏 刘佳瑞 李家旭 著
刘明 主审

*

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

大厂回族自治县正兴印务有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 13 字数: 320 千字

2019 年 8 月第二版 2019 年 8 月第三次印刷

定价: 48.00 元

ISBN 978-7-112-23742-5

(34046)

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)

第二版前言

随着装配式建筑的国家、行业、地方标准和社团、企业标准的陆续出版，装配式建筑已在全国各地开始建设，尤其是装配式剪力墙结构住宅发展最快。但是装配式建筑设计、构件制作与施工脱节，造成了装配式建筑在工程实施过程中出现诸多问题，影响工程建设速度，个别工程出现质量问题。而在日本，哪些部位现浇、哪些部位预制，构件厂的选择、工程实施计划、分包单位的确定都是由施工起主导作用。一般复杂构件在工厂预制，现场施工尽量简单化，质量易保证。

鉴于国内装配式混凝土结构设计、预制构件生产及施工水平尚处于起步阶段，技术、管理人员缺乏，机械、设备、配件、工具配套差，产业工人数量少，工程管理模式落后，计划不精细……整个施工体系尚未从传统现浇施工的粗放型模式转变过来，与构件厂的配合、与设计单位的配合、与分包单位的配合等均存在一定问题，笔者于2016年6月出版发行《装配式剪力墙结构深化设计、构件制作与施工安装技术指南》，其编写方式不同于一般的专著，也不是对规范、标准和图集进行解读。而是根据作者在从事装配式剪力墙结构深化设计、构件制作、施工安装在工程实践中遇到的问题实践和研究成果的体现。

装配式建筑的设计不同于现浇结构设计，在我国现行的设计规范中仍是采用的“等同现浇设计”，顾名思义就是结构分析还是按现浇设计，对所有受力构件按现浇做出计算和绘制结构施工图的工作。然后，结合现场实际情况，对图纸进行完善、补充、绘制成具有可实施性的预制构件制作图纸，是装配式建筑在预制构件制作前必须进行的深化设计。习惯上常被称为“拆分设计”。由于设计方法的不完善，常造成了工厂制作和现场安装两难的问题，影响了工效。

本书重点研究装配式剪力墙结构深化设计，并通过深化设计提高工效，推进高效设计的理念。全书分3篇：第1篇在总结了目前装配式剪力墙结构深化设计的基础上，提出了一种新的外墙全预制的连接方法、整体设计要求，以及剪力墙、连梁、楼板、楼梯、内隔墙等各类构件深化设计要点和计算方法；第2篇系统叙述了预制构件生产设备、预制构件生产工艺流程、预制构件生产全过程质量控制标准、预制构件存放运输和预制构件安装方法；第3篇通过表格化、图形化的装配式剪力墙结构整体施工技术方案，对装配式施工全过程进行了阐述。包含了从构件进场检查、构件存放、吊装准备、构件吊装、调整就位、连接部位灌浆、结合部位混凝土浇筑等过程，并对施工总体计划（进度计划、劳动力计划、材料计划、起重计划等）、质量控制标准、安全控制标准等提出了具体技术和管理措施。

本书已在装配式建筑系列培训课程中使用和实际工程中应用，起到了良好的效果。同时著者参加了国家重点研发计划课题《预制混凝土构件高效配筋及性能化设计理论研究》课题（2016YFC0701402）研究工作，针对装配式剪力墙结构深化设计、构件制作进行了深入研究和工程应用研究，并结合新发布实施的国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231—2016和《装配式混凝土结构设计规程》DB21/T 2572—2019等标准，对本

书部分内容进行了修编。

本版由沈阳建筑大学刘海成，沈阳卫德建筑产业现代化研究院郑勇，沈阳建筑大学建筑设计研究院姚大鹏，沈阳建大工程检测咨询有限公司刘佳瑞，沈阳建筑大学李家旭著，沈阳建筑大学、闫煦、周博，东南大学吴刚，清华大学王元清、天津大学宗亮、浙江欣捷建设有限公司朱拂晓、赵军，沈阳市城乡建设事务服务中心宋军、刘明霞，沈阳开物坊建筑规划设计有限公司张硕月，广州市城市更新规划研究院张兴富，北京市燕通建筑构件有限公司杨思忠、赵志刚，沈阳建大工程检测咨询有限公司吴丹丹共同参与编著。由沈阳建筑大学刘明主审。

本书得到国家重点研发计划《预制混凝土构件高效配筋及性能化设计理论研究》课题（2016YFC0701402）和沈阳市现代建筑产业化管理办公室的建筑产业化专项课题资助。

在编写过程中得到了国家重点研发计划（2016YFC0701400）项目研究团队和项目专家组的多位专家学者的指导与帮助，在此表示衷心感谢！同时对为本书中提供资料和宝贵意见的同行一并深表谢意。由于作者水平有限，书中不妥或错误之处，恳请读者批评指正。

全书涉及装配式混凝土剪力墙结构实施的全过程，内容丰富、通俗易懂、针对性强。可作为装配式结构的工程设计人员、审图机构人员、构件厂技术人员、施工技术人员、监理工程师和从事装配式项目管理的人员培训教材，也可作为高等院校师生的教学参考书。

刘海成 姚大鹏

2019年5月7日于沈阳

目 录

第 1 篇 装配式剪力墙结构深化设计指南

第 1 章 装配式剪力墙结构深化设计基本要求	2
1.1 平面、立面要求	2
1.2 钢筋的锚固和搭接	3
1.3 细部尺寸要求	4
1.4 连接构造应与计算假定相符合	4
1.5 深化设计文件要求	5
第 2 章 钢筋连接方式	7
2.1 灌浆套筒连接	7
2.2 浆锚搭接连接	9
第 3 章 预制剪力墙板间的主要连接方式	11
3.1 边缘构件现浇、非边缘构件预制	11
3.2 全预制外墙、后浇部分设置在内墙	12
第 4 章 结构构件深化设计要点	14
4.1 剪力墙深化设计要点	14
4.2 叠合梁深化设计要点	16
4.3 叠合楼板深化设计要点	17
4.4 楼梯深化设计要点	19
4.5 内隔墙深化设计	20
4.6 设备管线设计	20
4.7 吊具设计计算	20
第 5 章 预制构件脱模、存放、吊装计算	22
5.1 剪力墙计算	22
5.2 叠合梁计算	23
5.3 叠合楼板计算	24
5.4 预制楼梯计算	25

第 2 篇 预制混凝土构件生产技术指南

第 6 章 预制混凝土构件生产设备组成	28
6.1 混凝土搅拌设备	28
6.2 钢筋加工设备	28

6.3	生产线设备	29
6.4	预制混凝土构件起重搬运设备	32
第7章	预制构件生产工艺	33
7.1	自动化生产线车间工艺设计	33
7.2	固定模台车间工艺设计	37
7.3	搅拌站车间工艺设计	37
7.4	钢筋加工车间工艺设计	38
7.5	冲洗修补缓存区设计	39
7.6	车间内部人流物流工艺设计	39
第8章	预制混凝土构件生产	41
8.1	生产工艺流程图	41
8.2	生产前准备	43
8.3	模具清扫与组装	44
8.4	钢筋加工及安装、预埋件等附属品的埋设	46
8.5	混凝土浇筑及表面处理	52
8.6	预制构件养护	54
8.7	预制构件脱模和起吊	55
8.8	预制构件标识及使用说明	56
第9章	预制混凝土构件质量控制	58
9.1	预制构件厂质量管理组织架构	58
9.2	预制构件生产材料质量控制	58
9.3	预制构件生产过程质量控制	59
9.4	预制构件缺陷修补质量控制	60
9.5	预制构件出厂质量控制	61
第10章	预制混凝土构件存储、运输及安装	66
10.1	一般规定	66
10.2	预制混凝土构件存储	66
10.3	预制混凝土构件运输	67
10.4	墙板安装	67
10.5	楼梯安装	68
10.6	阳台板安装	69
10.7	预制楼板安装	70

第3篇 装配式剪力墙结构施工技术指南

第11章	装配式剪力墙结构施工技术要点	72
11.1	施工总平面布置	72
11.2	预制构件进场检查	72
11.3	预制构件现场堆放	77

11.4	预制构件吊装准备工作	79
11.5	预制剪力墙组装	81
11.6	套筒灌浆	85
11.7	预制梁、楼板、楼梯吊装	87
11.8	现浇部分钢筋绑扎、模板	90
11.9	混凝土浇筑	93
第 12 章	材料与机具设备	94
12.1	材料	94
12.2	机具设备	95
第 13 章	施工计划	100
13.1	进度计划	100
13.2	人员计划	109
13.3	支撑计划	111
13.4	起重计划	113
第 14 章	质量控制	115
14.1	预制构件质量	115
14.2	预制构件安装质量	116
14.3	套筒灌浆质量	118
第 15 章	安全措施及其他预备预案	120
15.1	安全措施	120
15.2	其他预备预案	120
附录 A	装配式混凝土结构设计规程 DB21/T 2572—2019	122
附录 B	装配式剪力墙深化设计实例	173
附录 C	预制混凝土夹心保温墙板技术要求	182
	参考文献	196

第 1 篇

装配式剪力墙结构深化设计指南

随着建筑工业化的发展，建造房屋可以像造汽车一样，可以在工厂把（房屋）构件预制好，运到工地装配起来，这就是我们现在讲的装配式建筑。装配式建筑包括装配式混凝土结构、装配式钢结构和装配式木结构等，装配剪力墙结构是装配式混凝土结构的一种类型，其定义是由部分预制的剪力墙、梁、板或全部由预制混凝土构件组成的装配式混凝土结构，从 2010 年起，在沈阳乃至全国大量应用，装配式建筑的设计不同于现浇结构设计，但目前直接基于装配式建筑设计方法理论和基于预制构件设计组合的设计方法还有待完善，在我国现行的设计规范中仍是采用的“等同现浇设计”，顾名思义就是结构分析还是按现浇设计，对所有受力构件按现浇做出计算和绘制设计结构施工图后，结合现场实际情况，对图纸进行完善、补充、绘制成具有可实施性的预制构件制作图纸，是装配式建筑在预制构件制作前必须进行的深化设计。习惯上，被称为“拆分设计”。由于设计方法的不完善，造成了工厂制作和现场安装两难的问题，影响了工效。本篇重点从现浇剪力墙结构入手，针对钢筋连接方式和应用要点预制剪力墙板常用连接方式、结构构件深化设计要点、以及预制构件脱模、存放、吊装计算的问题，重点阐述装配式剪力墙结构构件深化设计，并通过深化设计提高工效，推进预制构件高效设计的理念。

第 1 章 装配式剪力墙结构深化设计基本要求

1.1 平面、立面要求

1) 平面布局宜采用规则矩形,除北侧楼梯间和电梯间局部有凸凹外,南侧墙体、东西山墙尽可能采用直线形,避免出现厨房、卫生间局部内收狭小豁口户形。户型设计应避免出现凹入主体结构范围内的阳台、厨房、卫生间、空调板等,且不宜设置转角窗。

2) 外墙宜采用混凝土结构,当外墙长度超过 6m 时可设置窗洞口,窗下墙可根据工程实际情况确定是否采用混凝土结构,在结构整体刚度允许的情况下,窗下墙可不设计为连梁,采用砌块砌筑(如砂加气混凝土砌块等)或与下部连梁单边连接的预制墙板。当采用预制墙板时,预制墙板可与底部连梁采用钢筋灌浆套筒单排连接。

3) 为保证外墙板构件制作方便,外墙板内侧不宜预留管线、线盒、开关面板、插座等。

4) 由于主次梁连接构造相对复杂,影响施工速度,因此,内、外墙连梁不宜有垂直方向的梁连接。当不可避免时,可采用预制主梁伸出连接钢筋,与次梁预留钢筋采用套筒灌浆连接(次梁没有延性要求,钢筋连接套筒位置不受限制),连接部位设置在次梁端部,后浇部位长度不应小于 300mm 和套筒连接所需长度最小值。

5) 空调板可以整块板预制,伸出支座钢筋,钢筋锚入叠合楼板后浇混凝土叠合层内。预制空调板应伸入预制墙(梁)内。

6) 电梯间墙体宜全部采用现浇混凝土结构,主要是考虑不同品牌电梯厂家的轨道布置不尽相同,如采用预制墙体会影响预制构件无法准确预埋。

7) 剪力墙结构的内墙体布置时,尽量避免出现十字形边缘构件。就目前预制构件生产单位的制作水平,生产十字形构件的精度不高,因此设计时构件宜以一字形为主。

在厨房卫生间等开关插座、管线集中的地方宜采用填充墙(砂加气混凝土砌块、条形墙板等),不宜布置混凝土墙体,以利于管线施工。如管线不能避开混凝土墙体,宜将管线布置在后浇混凝土部位,最好避开钢筋较多的边缘构件部位。因此,在结构布置和计算分析时,应优化调整剪力墙结构内墙的布置方案。

8) 设计时宜尽可能减少设置建筑内部跨度较小的次梁,如楼板跨度不大于 3m,厨房、卫生间隔墙底部可不设置次梁,采用楼板局部施加隔墙荷载的方式进行计算。建筑内部的梁应避免纵横方向相交,更应避免纵横梁相交在一个节点。当纵横方向梁相交时,主方向可采用现浇梁,次方向梁可采用半预制方式;如主次梁均预制,可采用十字交叉半预制梁,但构件生产相对复杂。

1.2 钢筋的锚固和搭接

1. 钢筋锚固

预制构件钢筋不宜采用弯锚形式，宜采用端部焊接短钢筋或锚固板锚固的直锚方式。

1) 厚保护层修正：指钢筋的保护层厚度为 $3d$ 时，锚固长度修正系数可取 0.80，保护层厚度为 $5d$ 时，锚固长度修正系数可取 0.70；

2) 机械锚固：包括弯钩或锚固端头在内的锚固长度（投影长度）可取为基本锚固长度 L_{ab} 的 0.60 倍；

3) 厚保护层和机械锚固系数可以连乘，但折减系数不应小于 0.6，故锚固长度最小值与机械锚固长度相同。机械锚固一般采用焊接短钢筋，长度 $5d$ ，双面焊接，也可采用焊接锚板。但采用焊接锚板时，如侧面伸出钢筋，侧模开孔大，为满足构件制作过程中侧模组装方便，宜优先采用套丝连接的螺栓锚头。由于目前螺栓锚头的尺寸标准没有相关的统一规定，应用时需参照有关厂家的产品样本。

2. 钢筋搭接

1) 接触式搭接：属常规的搭接连接，当在同一截面 100% 搭接时，搭接长度为 $1.6l_{aE}$ ；

2) 非接触式搭接：原则上属于钢筋互锚，当钢筋净距满足一定要求时可认为是钢筋互锚，只需满足锚固长度即可，不用按照搭接长度计算。目前国家标准中未对钢筋净距要求作出明确规定，工程中可参考梁柱钢筋的最小净距要求，即钢筋净距 a 满足： $b < a < 0.2l_l$ 与 150mm 的较小值时（竖向构件 b 取 50mm，水平构件 b 取 30mm； l_l 钢筋搭接长度），可近似按照钢筋互锚处理；

3) 约束浆锚搭接连接：此连接方式涉及哈尔滨工业大学和黑龙江宇辉新型建筑材料有限公司研发的具有自主知识产权的专利“插入式预留孔灌浆钢筋搭接连接构件”。搭接长度、螺旋箍筋的大小和间距等可参考上述专利技术、地方标准或相关试验资料；

4) 波纹管浆锚搭接连接：钢筋连接属于互锚还是搭接，长度是多少，需要根据试验资料确定，或参考相关地方标准。辽宁省地方标准规定波纹管浆锚搭接连接按 100% 搭接处理，搭接长度为 $1.6l_{aE}$ 。

3. 当梁纵向钢筋不采用灌浆套筒连接时，见图 1.1，应符合下列要求：

- 1) 钢筋连接位置宜在跨度的 $1/4 \sim 1/3$ 处；
- 2) 采用弯折互锚的形式，交接处应附加短筋；
- 3) 后浇部位宜采用无收缩混凝土。

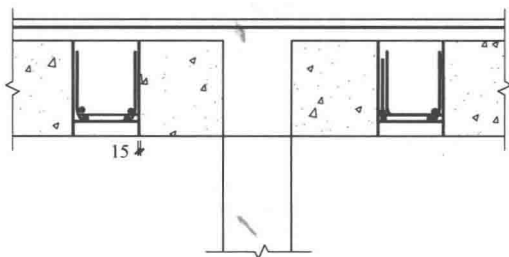


图 1.1 底部钢筋弯折互锚示意图

1.3 细部尺寸要求

预制构件的细部尺寸主要与钢筋的锚固方式有关。

1) T字形边缘构件单侧翼缘剪力墙的尺寸要求

(1) 如采用整间墙板, 单侧翼墙长度不应小于 300mm (图 1.2);

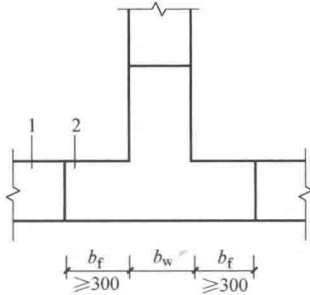


图 1.2 T 字形边缘构件构造示意

1—预制剪力墙; 2—后浇段

(2) 如采用柱梁体系, 连梁钢筋宜采用机械直锚锚固, 单侧翼墙长度如下:

例如当抗震等级为二级时, 对于 $\Phi 16$ 钢筋, 机械直锚锚固长度为 $0.6 \times 40 \times 16\text{mm} = 384\text{mm}$, 因此窗净长度应取为 400mm; 对于 $\Phi 18$ 钢筋, 窗净长度应取为 450mm; 对于 $\Phi 20$ 钢筋, 窗净长度应取为 500mm; 剪力墙厚度为 200mm 时连梁纵向钢筋一般采用 2 根;

(3) 如果单侧翼墙长度只有 300mm, 那么连梁纵向钢筋原则上不能超过 18mm, 且应采用弯锚锚固, 锚固长度为 $0.4 \times 40 \times 18\text{mm} = 288\text{mm}$ 。

2) 后浇段长度一般不宜小于 400mm, 主要是考虑施工绑扎钢筋方便, 如果考虑水平分布钢筋的搭接连接, 后浇段长度不应小于 500mm (考虑一般情况水平分布钢筋 $\Phi 8$, 锚固长度 $37d$, 搭接长度为 474mm)。因预制混凝土构件结合面处均设有键槽、粗糙面, 当竖向后浇混凝土段长度不小于 300mm 时, 新老混凝土结合紧密, 在外荷载作用下结构受力性能等同于整个构件, 可不进行竖向结合面承载力验算。

3) 墙板预制构件长度一般不宜小于 2m, 长度在 1m 以下的构件宜采用现浇构件。

1.4 连接构造应与计算假定相符合

1) 预制构件通过后浇结合部位形成整体, 结构的传力途径、连接构造应与计算假定相符合。如部分构件由于施工方法原因, 造成实际传力与计算假定不相符合, 需估算出偏差的范围大小, 对结构计算结果进行局部修订, 并采取相应的计算和构造措施进行调整。

2) 如窗口作为整间墙板预制, 应注意窗下墙在结构计算中是否按照连梁进行计算。如窗下墙做成混凝土墙并与剪力墙边缘构件刚性连接, 则窗下墙对主体结构的约束增强, 结构计算时应考虑窗下墙对结构整体刚度的影响, 并按两根连梁的刚度和进行折算连梁截面高度, 此时墙肢内力符合实际情况。

3) 连梁和下部墙板 (无洞口或者有洞口) 整间预制时, 如果底部垫片设置在墙下, 安装完成后墙板竖向力已经传递完毕。顶部连梁和叠合楼板整浇后, 竖向荷载会通过楼板 \rightarrow 连梁 \rightarrow 连梁下墙体 \rightarrow 下层连梁 \rightarrow 下层连梁下墙体 \rightarrow 下层连梁, 应避免传力途径不清晰。如果计算中墙板仅考虑单层传力, 当连梁和楼板整浇后, 应把下部墙板的施工临时垫片去除, 可以避免竖向荷载连续传递。

4) 内隔墙板如做成混凝土墙板,板顶与预制梁之间需预留梁变形的缝隙,否则会造成由于梁变形引起的竖向连续传力问题,造成实际内隔墙板变成竖向传力构件。应进行内隔墙上部梁的长期变形计算,跨度在6m以内的梁一般采用预留缝20mm。如果内墙板和上部结构梁整体预制,施工中板下临时垫片要在施工完成后及时取出。

5) 如果外墙仅作为模板使用,混凝土墙板与内侧现浇剪力墙通过对拉螺栓连接,则外墙对结构整体刚度的影响可按照外墙和模板的整体厚度计算结构刚度,但结构承载力计算时应按现浇墙板厚度计算,模板以荷载方式考虑。这种做法既增加结构重量,又浪费材料,设计时不推荐采用。

1.5 深化设计文件要求

装配式剪力墙结构深化设计文件主要应包含设计总说明、预制构件布置图、模板图、配筋图、节点构造详图、预留孔洞、预埋件、信息统计表、预制构件计算文件,应全面准确地反映预制构件的规格、类型、加工尺寸、连接形式、预埋设备管线种类与定位尺寸、验收技术要求等,满足构件制作到施工安装的全过程技术要求。对于有装配率审查要求的尚应包含装配率计算文件。

1. 设计总说明应包含的内容

- 1) 所有的材料信息、部品配件相关技术要求;
- 2) 预制构件标准化设计和协同化设计;
- 3) 套筒、钢筋连接大样图;
- 4) 主要连接节点构造图;
- 5) 预制构件制作、脱模、运输、存放、吊装全过程技术要求;
- 6) 预制构件检验标准;
- 7) 预制构件施工过程的临时支撑方案、连接部位灌浆、后浇混凝土等相关施工技术要求。

2. 装配率计算文件应包含的内容

- 1) 结构构件的装配率计算文件;
 - (1) 水平构件装配率计算表;
 - (2) 竖向构件装配率计算表。
- 2) 围护墙和内隔墙装配率计算文件;
- 3) 装修和设备管线装配率计算文件;
- 4) 加分项装配率计算文件;
- 5) 单体建筑装配率信息统计表。

3. 预制构件结构布置图应包含的内容

- 1) 平面布置图;
- 2) 立面布置图;
- 3) 后浇、预制表示符号要清晰通用,不能与常用画法冲突。

4. 构件深化设计图应表达的内容

- 1) 构件深化设计图是工厂生产用的图纸,应包含3D示意图,模板图、剖面图、配

筋图、钢筋表（带加工误差要求）、预埋件表格、构件混凝土钢筋信息。

2) 构件深化设计图的基本要求。

- (1) 图中应包含构件位置示意图，显示该构件在整个结构中的位置，以及视图方向；
- (2) 图中应有三维透视示意图，表示构件的6个面视图方向；
- (3) 钢筋用双线图表示，带肋钢筋要用满外值表示（按照钢筋加工最大正误差）；
- (4) 套筒连接的钢筋，钢筋表要求有加工误差要求，要与套筒对连接钢筋的误差要求相匹配，钢筋的最短值也在套筒连接的允许范围内；
- (5) 预埋件数量统计；
- (6) 构件的重量信息。

3) 模板图需要表示的基本内容

- (1) 门窗、装饰材料、预留洞口、预埋件、管线、开关插座；
- (2) 粗糙面、键槽构造；
- (3) 面砖、石材需绘制排版图；
- (4) 内外墙连接件布置图和大样图。

4) 配筋图需要注意以下几点：

- (1) 预制底板采用焊接钢筋网片时，由于模板尺寸减小2~3mm，网片下料尺寸一般每边比理论值减小5~10mm，有利于钢筋网片入模；
- (2) 预制底板桁架钢筋长度与焊接钢筋网片长度相同；
- (3) 预制底板采用焊接网片，厨房卫生间预留洞口，需要在周边设置补强钢筋；
- (4) 预制底板桁架钢筋被洞口截断时，需设置桁架搭接钢筋；
- (5) 预制梁端部钢筋宜采用焊接短钢筋直锚，螺栓锚头规范没有规定具体数值，如果有相关厂家的产品，最好采用螺栓锚头，可以后安装，有利于侧模脱模；
- (6) 套筒外侧水平分布筋（箍筋）的直径可以采用 $\Phi 6$ ，间距不小于50mm，混凝土保护层厚度可为10mm；
- (7) 预制墙板后浇部位要绘制配筋大样图。

第 2 章 钢筋连接方式

2.1 灌浆套筒连接

1. 钢筋连接用灌浆套筒

1) 钢筋连接用灌浆套筒是指通过高强灌浆料注入到套筒内，将钢筋对接连接的金属套筒；

2) 钢筋连接灌浆套筒（柱、剪力墙）按构造和连接方法分为：一端丝扣连接，一端注浆连接的半灌浆套筒和两端注浆连接的全灌浆套筒。

3) 钢筋连接用灌浆套筒按材料分为：球墨铸铁套筒和钢套筒。其中球墨铸铁套筒通过铸造工艺成型；钢套筒采用 45 号钢，通过车床加工成型。

2. 钢筋连接用灌浆套筒应用要点

1) 钢筋采用套筒连接时，宜采用受力钢筋通过套筒对接连接，不宜采用钢筋通过套筒连接后再搭接连接；

2) 套筒连接强度高于钢筋母材，缺点是套筒范围内刚度较大，因此设计时应注意由于套筒的存在造成塑性铰位置变化，对于竖向构件相当于塑性铰位置上移，且发生塑性铰处的底部弯矩增大；

3) 套筒混凝土保护层厚度要求：现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1—2014 规定剪力墙竖向连接套筒外侧钢筋的保护层厚度不应小于 15mm（旧版《混凝土结构设计规范》GB 50010—2002 的规定和工程经验，预制构件局部混凝土保护层厚度最薄处可取不小于 10mm）。

4) 套筒净距不应小于 25mm；

5) 套筒范围内箍筋或剪力墙水平分布钢筋应加密，但同时应考虑此部位混凝土的可浇筑性；

6) 套筒、灌浆料应配套使用，对于套筒、灌浆料、连接钢筋种类变化时，应重新做型式检验；

7) 灌浆套筒连接钢筋不能用作防雷引下线，可采用镀锌钢板单独设置或其他现浇部位的钢筋连接；

8) 套筒一般有正连接和反连接两种连接方式。正连接套筒在上，钢筋从下端插入套筒内，然后进行封堵注浆。反连接套筒在下，钢筋从上端插入套筒内。实际工程中正连接应用较多，构件制作运输和安装方便，但套筒灌浆时需采用压力注浆，而且连接部位容易吸水，灌浆料施工完毕后产生回落；反连接套筒先灌浆后再将钢筋插入套筒，套筒内灌浆饱满，但必须保证安装精度，在灌浆料初凝之前完成墙板构件调整和连接部位灌浆。

3. 钢筋套筒注浆连接工艺检验

应按相关标准进行，施工前应在现场制作连接试件，经检测合格后方可进行预制构件

制作。检验数量可依据辽宁省地方标准《装配式混凝土结构预制构件制作、施工与验收规程》DB21/T 2568 执行，检测试件 3 组，如 1 个试件不合格，样本扩大至 6 个，如再次出现不合格试件，则此种连接方式判定为不合格。连接部位和套筒灌浆过程中亦应按分段验收的要求制作现场平行试件，以灌浆全过程控制、平行试件抗拉强度检验、影像资料存档作为验收合格的依据。

4. 预制剪力墙竖向钢筋套筒连接

1) 墙体竖向分布钢筋可采用套筒“梅花形”连接，但在结构承载力计算时剪力墙分布钢筋配筋率，应按照实际采用与套筒连接的钢筋面积计算；

2) 采用套筒连接处的竖向分布钢筋保护层厚度以套筒外侧的水平分布钢筋为准，套筒位置的竖向钢筋平面位置（与现浇相比）应向墙内侧偏移；

3) 墙体竖向分布钢筋可采用单排钢筋套筒连接（图 2.1）。

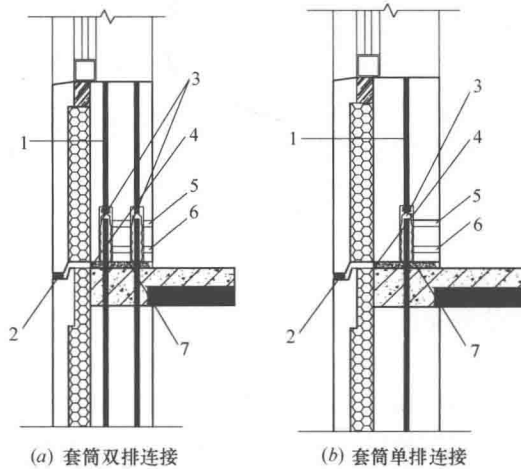


图 2.1 两种套筒灌浆连接构造

1—竖向连接钢筋；2—背衬材料、密封胶；3—竖筋连接套筒；4—硬质橡胶条；5—出浆孔；6—注浆孔；7—坐浆

5. 梁纵向钢筋套筒连接

1) 如梁有延性要求，且钢筋采用套筒连接，套筒位置应避开梁端塑性铰区域，一般为 1.0 倍梁高度范围内不能出现套筒（图 2.2）；

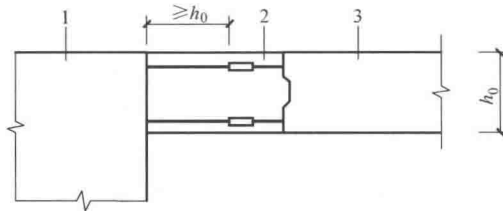


图 2.2 连梁纵向钢筋在后浇梁段内连接示意

1—预制剪力墙；2—后浇节点；3—预制连梁

2) 次梁没有延性要求，套筒位置不受限制，次梁端部可采用套筒连接。

2.2 浆锚搭接连接

1. 约束浆锚搭接连接

1) 墙板预制时需在墙板内成孔, 通常有抽芯成孔和预埋波纹管成孔两种成孔方式。抽芯成孔在墙板内插入预埋专用螺旋棒, 在混凝土初凝之前旋转取出, 形成预留孔道; 预埋波纹管成孔在墙板内预埋金属波纹管, 浇筑混凝土后波纹管不抽出, 形成预留孔道。构件连接时, 预留的连接钢筋从下部插入预留孔道, 在孔道外侧钢筋连接范围内设置附加螺旋箍筋, 然后在孔道内注入微膨胀高强灌浆料形成带约束的浆锚搭接连接方式 (图 2.3)。

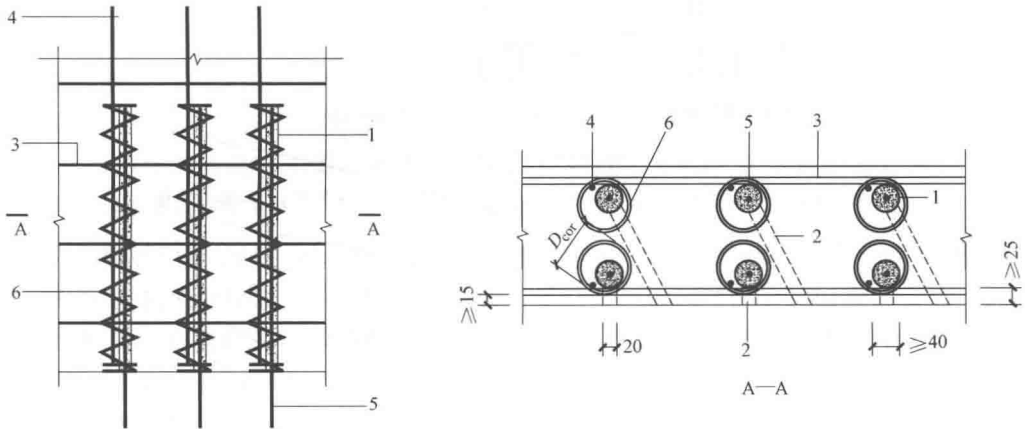


图 2.3 约束浆锚搭接连接构造示意

1—预留插筋孔; 2—灌浆或出浆孔; 3—剪力墙水平钢筋; 4—剪力墙竖向钢筋; 5—连接钢筋; 6—螺旋箍筋

2) 钢筋浆锚搭接的长度小于普通搭接长度, 但大于钢筋套筒连接的长度, 具体搭接长度和螺旋箍筋规格现行国家标准未做明确的规定, 可参考辽宁省地方标准《装配式混凝土结构设计规程》DB21/T 2572—2019 或厂家资料。

3) 约束浆锚搭接连接理论上属于钢筋非接触式搭接, 但由于螺旋箍筋的存在, 搭接长度可相应缩短, 同时由于连接部位的钢筋强度没有增加, 因此不会影响塑性铰出现的位置。

4) 采用抽芯成孔的约束浆锚搭接连接的缺点是, 预埋棒必须在混凝土初凝后取出来, 取出时间、操作规程掌握的需恰到好处, 时间早了容易塌孔, 时间晚了, 预埋棒又取不出来, 成孔质量难以保证。如孔壁出现局部混凝土损伤 (微裂缝), 对连接质量有一定影响, 因此, 需在预埋棒上涂刷缓凝剂, 成型后冲洗预留孔, 尚应注意孔壁冲洗后是否满足约束浆锚连接的相关要求。

5) 注浆时可在一个预留孔上插入连通管, 以防止由于抽芯成孔孔壁吸水导致灌浆料的体积收缩, 连通管内灌浆料回灌, 保持注浆部位充满。此方法对预埋波纹管成孔连接或套筒灌浆连接同样适用。

2. 波纹管浆锚搭接连接

1) 在预制混凝土墙板内预留金属波纹管, 预留的连接钢筋从下部插入波纹管, 然后