

广西壮族自治区地方标准 **DBJ** DBJxx

xx/xxx-2016

备案号: Jxxxxx-2016

装配整体式混凝土建筑 结构与建筑设计规程

Code for structural & architectural design of
assembled monolithic concrete building

(征求意见稿)

2016-xx-x 发布 2017-x-x 实施

广西壮族自治区住房和城乡建设厅 发布

广西壮族自治区地方标准

装配整体式混凝土建筑

结构与建筑设计规程

Code for structural & architectural design of assembled
monolithic concrete building

DBJxxxx/xxx-2016

批准部门：广西壮族自治区住房和城乡建设厅

主编单位：华蓝设计（集团）有限公司

广西建工集团

施行日期：2017年x月x日

2017 南宁

关于批准发布广西工程建设地方标准
《装配整体式混凝土建筑结构与建筑设计规程》
的通知

桂建标[2016]xx号

各市住房和城乡建设委（局），各有关单位：

由我厅批准立项，并由华蓝设计（集团）有限公司及广西华蓝岩土工程有限公司主编的广西工程建设地方标准《装配整体式混凝土建筑结构与建筑设计规程》已获专家评审通过，现予批准发布。标准编号如下：**DBJ45/00*-2016 装配整体式混凝土建筑结构与建筑设计规程**

该标准自**2016年12月25日**发布，**2017年5月1日**起实施。

该标准由自治区住房城乡建设厅负责管理，华蓝设计（集团）有限公司负责具体技术内容解释。

广西壮族自治区住房和城乡建设厅

2016年xx月x日

住房城乡建设部司函

建标标备[2017]xxx号

关于同意广西壮族自治区地方标准
《装配整体式混凝土建筑结构与建筑设计规程》备案的函

广西壮族自治区住房城乡建设厅：

你厅《关于报送广西工程建设地方标准〈装配整体式混凝土建筑结构与建筑设计规程〉材料备案的函》（桂建函[2016]***号），收悉。经研究，同意该标准作为“中华人民共和国工程建设地方标准”备案，其备案号为：J1*****-2017。

该项标准的备案号，将刊登在国家工程建设标准化信息网和近期出版的《工程建设标准化》刊物上。

2017年xx月xx日

前言

本规范是根据广西壮族自治区住房和城乡建设厅的要求，由华蓝设计（集团）有限公司会同广西区内外有关设计、施工、高等院校、以及建筑部品生产企业等 6 个单位编制而成。

编制组在编制过程中通过调查研究和总结实践经验，并借鉴国内外先进研究成果，对重要问题进行了反复研究和论证，在广泛征求有关方面意见的基础上，经讨论、修改和有关部门组织专家审查后定稿。

本规范的主要技术内容是：1. 总则；2. 术语和符号；3. 基本规定；4. 材料；5. 模数协调；6. 建筑与节能设计；7. 结构设计基本规定；8. 结构构件以及连接设计；9. 外挂墙板设计。

本规范由广西壮族自治区住房和城乡建设厅负责管理和对强制性条文的解释，由华蓝设计（集团）有限公司负责具体技术内容的解释。请各单位在执行本规范过程中注意总结经验，积累资料，随时将有关意见和建议反馈给华蓝设计（集团）有限公司（地址：南宁市华东路 39 号，邮政编码：530011），以便今后修订时参考。

本规程主编单位、参编单位和主要起草人：

主编单位：华蓝设计（集团）有限公司

广西建工集团

参编单位：中民筑友科技集团有限公司

同济大学

广西建筑科学研究设计院

南宁市万科房地产有限公司

主要起草人：

主要审查人：

目录

广西壮族自治区地方标准.....	1
1 总则	1
2 术语和符号	2
2.1 术语	2
2.2 主要符号	3
3 基本规定	6
4 材料	10
4.1 混凝土	10
4.2 钢筋和钢材	10
4.3 连接材料	11
4.4 其他材料	17
5 模数协调	19
5.1 建筑模数	19
5.2 建筑模数协调.....	19
6 建筑与节能设计	20
6.1 一般规定	20
6.2 平面设计	21
6.3 立面、外墙设计.....	22
6.4 建筑节能设计.....	23
6.5 内装修	24
6.6 建筑构造设计.....	24
6.7 建筑防水设计.....	25
7 结构设计基本规定	27
7.1 一般规定	27
7.2 作用及作用组合.....	35
7.3 结构分析	37
7.4 框架结构设计.....	39
7.5 剪力墙结构设计.....	40
8 结构构件以及连接设计.....	41

8.1	一般规定	41
8.2	预制构件设计.....	41
8.3	连接设计	43
8.4	叠合板	48
8.5	叠合梁	55
8.6	预制框架柱及梁柱节点.....	58
8.7	预制剪力墙	66
8.8	预制楼梯	81
9	外挂墙板设计	84
9.1	一般规定	84
9.2	外挂墙板和连接设计.....	84
	本规范用词说明	86
	引用标准名录	87
	条文说明	1

Contents

1 总则

1.0.1 为推广应用装配整体式混凝土结构技术，做到安全适用、技术先进、经济合理、确保质量，提升广西的建筑工业化水平，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于广西非抗震地区及抗震设防烈度为 6 度至 8 度地区的装配整体式混凝土结构，主要包括装配整体式混凝土框架结构、装配整体式混凝土剪力墙结构、装配整体式混凝土框架-现浇剪力墙结构、装配整体式混凝土框架-现浇筒体结构。

【条文说明】：本规程的内容包括装配式混凝土结构设计的成熟做法、一般原则以及基本要求，并不能解决装配整体式混凝土结构设计中的所有问题，更不能代替设计者创造性的思维。设计者应根据国家现行有关标准的要求，结合工程实践，进行技术创新，推动装配式结构技术的不断进步。

1.0.3 装配整体式混凝土结构的设计除应符合本规程外，尚应符合现行国家、行业和广西有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 预制混凝土构件 precastconcrete components

在工厂或现场预先制作的混凝土构件。

2.1.2 装配整体式混凝土结构 monolithic precast concrete structure

由预制混凝土构件通过可靠的方式进行连接并与现场后浇混凝土、水泥基灌浆料形成整体的装配式混凝土结构。主要包括装配整体式混凝土框架结构、装配整体式混凝土剪力墙结构、装配整体式混凝土框架-剪力墙结构、装配整体式混凝土框架-筒体结构。

2.1.3 混凝土叠合受弯构件 concrete composite flexural component

预制混凝土梁、板顶部在现场后浇混凝土而形成的整体受弯构件。简称叠合梁、叠合板。

2.1.4 预制外挂墙板 precast concrete facade panel

安装在主体结构上，起围护、装饰作用的非承重预制混凝土外墙板。

2.1.5 混凝土粗糙面 concrete rough surface

为增强预制混凝土构件与后浇混凝土的共同工作能力，构件结合面采用化学或机械方法处理而成的传递剪力的凹凸不平或骨料显露的表面。

2.1.6 接缝 joint

预制构件与现浇混凝土连接的交界面，接缝可分为结合面和叠合面。

2.1.7 结合面 joint surface

预制混凝土构件与现浇混凝土的交接面。

2.1.8 叠合面 laminated surface

在预制混凝土水平叠合构件上（如叠合梁、叠合板）后浇混凝土的承托面。

2.1.9 钢筋套筒灌浆连接 rabar splicing by grout-filled coupling sleeve

在预制混凝土构件内预埋的金属套筒中插入钢筋并灌注水泥基灌浆料而实现的钢筋连接方式。

2.1.10 钢筋浆锚搭接连接 rabar lapping in grout-filled hole

在预制混凝土构件中预留孔道，在孔道中插入需搭接的钢筋，并灌注水泥基灌浆料而实现的钢筋搭接连接方式。

2.1.11 灌浆料 grout

在钢筋套筒灌浆连接的套筒和钢筋浆锚搭接连接的锚孔中灌注的一种水泥基材料。

2.2 主要符号

2.2.1 材料性能

E_C —混凝土弹性模量；

E_S —钢材、钢筋弹性模量；

f_c —混凝土轴心抗压强度设计值；

f_t —混凝土轴心抗拉强度设计值；

f_y —普通钢筋抗拉强度设计值；

f_y' —普通钢筋抗压强度设计值。

2.2.2 作用与作用效应

V_{jd} —持久设计状况下接缝剪力设计值；

V_{jdE} —地震设计状况下接缝剪力设计值；

V_u —持久设计状况下接缝受剪承载力设计值；

V_{uE} —地震设计状况下接缝受剪承载力设计值；

Δu —结构层间最大水平位移；

N —轴向力设计值；

M —弯矩设计值；

V —剪力设计值。

2.2.3 几何参数

l_1 —纵向受拉钢筋的搭接长度；

l_a —纵向受拉钢筋的锚固长度；

l_{aE} —地震作用下受拉钢筋的锚固长度；

s_v —螺旋箍筋螺距；

d —纵向钢筋直径；

A_c —单个抗剪连接齿槽受剪面积；

b —梁、柱、墙板截面宽度；

n_c —抗剪连接齿槽个数；

h —层高，梁柱截面高度；

h_0 —梁柱截面的有效高度；叠合面的有效高度；

L_c —约束边缘构件沿墙肢长度。

2.2.4 计算系数及其他

γ_0 —结构重要性系数；

ξ_c —抗剪连接齿槽共同工作系数；

η_j —接缝受剪承载力增大系数；

γ_{RE} —承载力抗震调整系数。

3 基本规定

3.0.1 装配整体式混凝土结构的建筑设计及预制构件深化设计应遵循少规格、多组合的原则。

【条文说明】：预制混凝土建筑的设计与建造是一个系统工程，需要整体设计的思想，应充分考虑结构体系与设备专业的统一协调，同时注意构配件细部尺寸应满足功能需要。

3.0.2 在装配式建筑方案设计阶段，应协调建设、设计、制作、施工各方之间的关系，并应加强建筑、结构、设备、装修等专业之间的配合。

【条文说明】：装配式结构与全现浇混凝土结构的设计和施工过程是有一定区别的。对装配式结构，建筑、设计、施工、制作各单位在方案阶段就需要进行协同工作，共同对建筑平面和立面根据标准化原则进行优化，对应用预制构件的技术可行性和经济性进行论证，共同进行整体策划，提出最佳方案。与此同时，建筑、结构、设备、装修等专业也应密切配合，对预制构件的尺寸和形状、节点构造等提出具体技术要求，并对制作、运输、安装和施工全过程的可行性以及造价等作出预测。此项工作对建筑功能和结构布置的合理性，以及对工程造价等会产生较大的影响，是十分重要的。

3.0.3 设计中应遵守模数协调的原则，做到建筑与构件模数协调，以及构件之间的模数协调和构件的集成化和工业化生产，实现土建与装修在模数协调原则下的一体化。

3.0.4 按本规程设计的预制装配整体式混凝土结构，整体计算可按现浇混凝土结构同样的方法进行。抗震设防的装配整体混凝土式结构，应按现行国家标准《建筑抗震设防分类标准》GB 50223 确定抗震设防类别及抗震设防标准。

3.0.5 装配整体式混凝土结构中，预制构件的连接部位宜设置在结构受力较小的部位，其尺寸和形状应符合下列规定：

1 应满足建筑使用功能、模数、标准化要求，并应进行优化设

计；

2 应根据预制构件的功能和安装部位、加工制作及施工精度等要求，确定合理的公差；

3 应满足制作、运输、堆放、安装及质量控制要求。

【条文说明】：预制构件合理的接缝位置以及尺寸和形状的设计是十分重要的，它对建筑功能、建筑平立面、结构受力状况、预制构件承载能力、工程造价等都会产生一定的影响。设计时应同时满足建筑模数协调、建筑物理性能、结构和预制构件的承载能力、便于施工和进行质量控制等多项要求。同时应尽量减少预制构件的种类，保证模板能够多次重复使用，以降低造价。

与传统的建筑方法相比，装配式建筑有更多的连接口，因此，对工业化生产的预制构件而言，选择适宜的公差是十分重要的。规定公差的目的是为了建立预制构件之间的协调标准。一般来说，基本公差主要包括制作公差、安装公差、位形公差和连接公差。公差提供了对预制构件推荐的尺寸和形状的境界，构件加工和施工单位根据这些实际尺寸和形状制作和安装预制构件，以此保证各种预制构件在施工现场能合理地装配在一起，并保证在安装接缝、加工制作、放线定位中的误差发生在允许的范围内，使接口的功能、质量和美观均达到设计预期的要求。

3.0.6 装配整体式混凝土结构应通过节点和连接构造的合理设计，使装配式结构成为等同现浇结构，并具有与现浇混凝土结构相同的承载能力、刚性和延性。

1 节点和连接的设计应满足“强剪弱弯，更强节点”的设计原则；

2 在保证结构整体受力性能的前提下，应力求连接构造简单，传力直接，受力明确；所有构件承受的荷载和作用，应有可靠的传向基础的连续的传递路径；

3 应满足使用和施工阶段的承载力、稳定性和变形的要求；

4 应采取措施满足耐久性要求；

5 重要且复杂的节点与连接的受力性能应通过试验确定，试验方法应符合相应规定。

【条文说明】：根据日本的经验及目前的研究成果，等同现浇的装配式结构中，在节点及接缝处，主筋和横向补强筋要和现浇混凝土结构一样要保持连续性。节点区应采用现浇混凝土或者砂浆将预制构件连成整体，干式连接很难达到等同现浇的要求。

等同现浇混凝土结构应该满足以下要求：

1) 在竖向使用荷载下，装配整体式结构的骨架构件，如：柱、主梁、剪力墙以及构件的交叉节点，必须满足正常使用极限状态的有关裂缝宽度和挠度的要求；其它预制构件，如：次梁、板等应满足正常使用极限状态的有关裂缝宽度和挠度的要求；装配整体式结构中的节点，不产生由于竖向使用荷载作用而造成的有害残余变形。

2) 预制构件与叠合构件的强度、刚度、破坏模式、恢复力特性应与现场浇注的混凝土构件无明显差异。

3) 节点及接缝强度、刚度、破坏模式、恢复力特性应与现场浇注的混凝土节点及接缝无明显差异。节点及接缝在往复荷载作用下，不应发生由于拼缝破坏而产生的不可恢复的有害残余变形。

4) 在罕遇地震作用下，不发生叠合构件斜截面剪切破坏、接合面的剪切破坏和构件坠落。

5) 预制构件的耐久性、耐火性等不低于现浇构件。

预制装配式框架结构、框架剪力墙结构中的框架部分应满足以上要求，高层预制装配式剪力墙结构应尽量满足以上要求。

构件间节点和连接构造的合理设计是保证装配式结构安全可靠的关键。构件间连接构造的原则是连接节点的性能不低于被连接构件；与其它材料（钢、砌体等）构件的连接应选择合理的连接方式以保证可靠传力；连接节点尚应考虑被连接构件的变形相容条件。

装配式结构的节点和连接设计，应力求传力直接。在施工阶段，由于装配式结构的节点和连接处的混凝土尚未达到设计强度等级要求或结构体系尚未形成，因此，对装配式结构的设计，除考虑正

常使用阶段的受力性能外，尚应考虑施工阶段的承载力、稳定性和变形的要求。

装配式结构的节点连接方式可以有多种选择，所选用的各种连接节点方式，当没有相关标准时，应经过试验研究，证实其各种性能的安全可靠。

4 材料

4.1 混凝土

4.1.1 混凝土应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T50476 的规定。

4.1.2 预制混凝土构件的混凝土强度等级不宜低于 C30；预应力混凝土预制构件的混凝土强度等级不宜低于 C40，且不应低于 C30；现浇混凝土结构构件的混凝土强度等级不应低于 C25。节点和连接带部位的现浇混凝土强度等级应高于预制混凝土构件的强度等级。

【条文说明】：根为提高材料的利用效率（包括提高耐久性以及延长使用年限），现行国家标准《混凝土结构设计规范》已将工程中应用的混凝土强度等级适当进行了提高。本规程，特别是对预制构件，建议主要采用 400MPa 及以上级钢筋，因此要求其混凝土强度等级不宜低于 C30。

4.2 钢筋和钢材

4.2.1 钢筋的选用应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。其中采用套筒灌浆和浆锚搭接连接的钢筋应采用热轧带肋钢筋。

【条文说明】：钢筋套筒灌浆连接接头和浆锚搭接接头，主要适用于现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 中所规定的热轧带肋钢筋。热轧带肋钢筋的肋，可以使钢筋与灌浆料之间产生足够的摩擦力，有效的传递应力，从而形成可靠的连接接头。

4.2.2 钢筋焊接网应符合现行行业标准《钢筋焊接网混凝土结构

技术规程》JGJ 114 的规定。

【条文说明】：应鼓励在预制构件中采用钢筋焊接网，以提高建筑的工业化生产水平。

4.2.3 钢材各项力学指标，均按现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 中的相应规定执行，钢材宜采用 Q235 钢、Q345 钢，其质量应分别符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 和《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 的规定。

4.2.4 预制构件的吊环应采用未经冷加工的 HPB300 级钢筋制作。预制构件脱模、翻转、吊装及临时支撑用内埋式螺母或内埋式吊杆及配套的吊具，应根据相应的产品标准和应用技术规定选用。

【条文说明】：预制构件起吊用预埋件，需要同时考虑脱模、翻转等各个工况。

4.3 连接材料

4.3.1 装配式结构节点处的钢筋的连接可采用钢筋套筒灌浆连接、间接搭接连接、机械连接或焊接等。套筒灌浆连接宜用于直径不大于 25mm 受力钢筋的连接；间接搭接宜用于直径不大于 28mm 受力钢筋的连接；机械连接宜用于直径不小于 16mm 受力钢筋的连接；焊接宜用于直径不大于 28mm 受力钢筋的连接。

【条文说明】：预制现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 对现浇混凝土结构钢筋的连接规定可采用绑扎搭接、机械连接或焊接。原装配式大板居住建筑技术规程中推荐的主要还是焊接连接。但是钢筋之间的焊接质量受人为了的因素的影响较大，质量不易得到保证。近年来，中国建筑科学研究院、万科企业有限公司、清华大学、哈尔滨工业大学、黑龙江宇辉集团等许多单位都对钢筋套筒灌浆连接和间接搭接进行了许多研究，目前已经取得许多研究成果，可以做出一些定量的结论。随着技术的发展，并借鉴美国和日本的经验成熟技术，在装配式结构中，钢筋套

筒灌浆连接和间接搭接得到越来越多的应用。因此，本规程根据技术成熟和可靠程度，以及施工的方便程度，对装配式结构中钢筋的连接方式依次推荐了钢筋套筒灌浆连接、间接搭接、机械连接和焊接。不同的钢筋连接方式各自适用于不同直径的钢筋，本条对此进行了规定。

4.3.2 钢筋套筒灌浆连接接头用的灌浆套筒用优质碳素结构钢、低合金高强度结构钢、合金结构钢制造时，其材料的机械和力学性能应分别符合《优质碳素结构钢》GB/T 699、《低合金高强度结构钢》GB/T 1591、《合金结构钢》GB/T 3077 的规定，同时尚应符合表 4.3.2-1 的规定。铸造灌浆套筒宜选用球墨铸铁，其材料应符合《球墨铸铁件》GB/T 1348 的规定，同时尚应符合表 4.3.2-2 的规定。

表 4.3.2-1 钢灌浆套筒的材料性能

项目	性能指标
屈服强度 (MPa)	≥355
抗拉强度 (MPa)	≥600
延伸率 (%)	≥16

表 4.3.2-2 球墨铸铁灌浆套筒的材料性能

项目	性能指标
抗拉强度 (MPa)	≥550
断后伸长率 (%)	≥5
球化率 (%)	≥85
硬度 (HBW)	180~250

【条文说明】：预制构件的连接技术是装配式结构关键的、核心的技术。其中，钢筋套筒灌浆连接接头技术是形成各种装配整体式混凝土结构的重要基础。

钢筋套筒灌浆连接接头的工作机理，是由于灌浆套筒内灌浆料自身具有微膨胀特性，同时又受到灌浆套筒的约束作用，因此在灌浆料与灌浆套筒内侧间产生较大的正向应力，钢筋藉此正向应力在其带肋的粗糙表面产生摩擦力，以传递钢筋轴向应力。因此，灌浆套筒连接接头要求灌浆料有较高的抗压强度，灌浆套筒应具有较大的刚度和较小的变形能力。

制作灌浆套筒采用的材料可以采用碳素结构钢、合金结构钢或球墨铸铁等。传统的灌浆套筒内壁的凹凸构造复杂，采用机械加工工艺制作的难度很大。许多国家和地区，如日本、台湾多年来一直采用铸造方法制造灌浆套筒。我国近年来在已有的钢筋机械连接技术的基础上，开发出了用碳素结构钢或合金结构钢材料，并采用机械加工方法制造的灌浆套筒，工程实践已证实了其良好的机械连接性能。

目前，由中国建筑科学研究院主编完成的建筑工业行业标准《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398 已由住房和城乡建设部正式批准，并已发布实施。装配式结构中所用钢筋连接用灌浆套筒应符合该标准的要求。

4.3.3 钢筋套筒灌浆连接接头应采用水泥基灌浆料，灌浆料的物理、力学性能应满足表 4.3.3 的要求，同时应满足国家现行相关标准的要求。

表 4.3.3 钢筋套筒灌浆连接用灌浆料性能要求

项目		性能指标	试验方法
泌水率		0	GB/T 50080
流动度 (mm)	初始值	≥ 300	GB/T 50448
	30min 保留	≥ 260	

	值		
竖向膨胀率 (%)	3h	0.03~0.50	GB/T 50448
	24h	0.02~0.50	
抗压强度 (MPa)	1d	≥35	GB/T 17671
	3d	≥55	
	28d	≥85	
对钢筋腐蚀作用		无	GB8076

【条文说明】：钢筋套筒灌浆连接接头的另一个关键技术，在于灌浆料的质量。灌浆料应具有高强、早强、无收缩和微膨胀等基本特性，以使其能与套筒、被连接钢筋更好地共同工作，同时满足装配式结构快速施工的要求。在我国，这项技术在冶金和电力部门已有二十余年的应用历史，在建筑部门的应用历史还较为短暂，工程实践经验也较少。

目前，建筑工业行业标准《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408 已由住房和城乡建设部正式批准，并已发布实施。装配式结构中钢筋套筒连接用灌浆料应符合该标准的要求。

4.3.4 钢筋浆锚搭接连接接头应采用水泥基灌浆料，灌浆料的物理、力学性能应满足表 4.3.4 的要求。

表 4.3.4 钢筋浆锚搭接连接接头用灌浆料性能要求

项目		性能指标	试验方法标准
泌水率 (%)		0	《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》 GB/T 50080
流动度 (mm)	初始值	≥200	《水泥基灌浆材料应用技术规范》 GB/T 50448
	30min 保留值	≥150	

竖向膨胀率 (%)	3h	≥0.02	《水泥基灌浆材料应用技术规范》 GB/T 50448
	24h与3h 的膨胀 率之差	0.02 ~ 0.5	
抗压强度 (MPa)	1d	≥ 35	《水泥基灌浆材料应用技术规范》 GB/T 50448
	3d	≥ 55	
	28d	≥ 80	
对钢筋锈蚀作用		无	《混凝土外加剂》 GB 8076

4.3.5 水平预制构件与竖向构件连接部位坐垫砂浆的强度等级不应低于被连接构件混凝土的强度等级,且并应满足表 4.3.5 的要求。

表 4.3.5 坐浆砂浆性能要求

项目	性能指标	试验方法
流动度初始值 (mm)	130~170	《水泥胶砂流动度测定方法》 GB/T 2419
1 d 抗压强度(MPa)	≥30	《水泥胶砂强度检验方法 (ISO 法)》 GB/T 17671

4.3.6 预制夹心外墙板连接件宜采用纤维增强塑料 (FRP) 连接件或不锈钢连接件。当有可靠依据时,也可采用其他类型连接件。

1 纤维增强塑料 (FRP) 连接件应符合下列要求:

1) 纤维增强塑料 (FRP) 连接件由纤维增强塑料连接板 (杆) 和套环组成,宜采用拉挤成型工艺制作,端部宜设计成带有锚固槽口的形式;其材料力学性能指标应符合表 4.3.6-1 的要求;

表 4.3.6-1 纤维增强塑料 (FRP) 连接件材料力学性能指标

项目	指标要求	试验方法
----	------	------

拉伸强度(MPa)	≥700	《纤维增强塑料拉伸性能试验方法》GB/T 1447
拉伸弹模(GPa)	≥42	《纤维增强塑料拉伸性能试验方法》GB/T 1447
层间抗剪强度(MPa)	≥40	《纤维增强塑料 短梁法测定层间剪切强度》JC/T 773

2) 纤维增强塑料 (FRP) 连接件的抗拉强度设计值应考虑混凝土环境及长期荷载的影响予以折减。

2 不锈钢连接件的材料力学性能指标应符合表 4.3.6-2 的要求。

表 4.3.6-2 不锈钢连接件材料力学性能指标

项目	指标要求	试验方法
屈服强度 (MPa)	≥380	《金属材料室温拉伸试验方法》GB/T 228
拉伸强度 (MPa)	≥500	《金属材料室温拉伸试验方法》GB/T 228
拉伸弹模 (GPa)	≥190	《金属材料室温拉伸试验方法》GB/T 228
抗剪强度 (MPa)	≥300	《金属材料线材和铆钉剪切试验方法》GB/T 6400

4.3.7 钢筋锚固板材料应符合现行行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256 的规定。

4.3.8 预制构件连接用预埋件、钢材、螺栓、钢筋以及焊接材料应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017、《混凝土结构设计规范》GB 50010、《钢结构焊接规范》GB 50661 以及现行行业标准《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ 81、《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的规定。

【条文说明】：装配式结构预制构件的连接方式，根据建筑物的不

同的层高、不同的抗震设防烈度等不同的条件，可以采用许多不同的形式，其中通过钢筋锚固板、预埋件等进行连接的方式，也是可行的连接方式。此时，钢筋锚固板和预埋件，连接用焊接材料、螺栓等紧固件以及锚栓等部件，应分别符合国家或行业现行相关标准的规定。

4.7.9 除有专门规定者外，连接预制构件的现浇部分应采用补偿收缩混凝土，其强度等级不应低于预制剪力墙的混凝土强度等级。

4.4 其他材料

4.4.1 夹心外墙板夹心层中的保温材料，应采用低导热系数、低吸水率的轻质保温材料，其性能应满足现行相关标准的要求。

【条文说明】：美国的 PCI 手册中，对三明治墙板所采用的保温材料的性能提出了具体的要求。但是根据美国的使用经验，由于挤塑聚苯乙烯板（XPS）的抗压强度高，吸水率低，因此 XPS 在夹心外墙板中受到最广泛的应用，使用时还需对其做界面隔离处理，以允许外叶墙板的自由伸缩。当采用改性聚氨酯时，美国多采用带有塑料表皮的改性聚氨酯板材。由于夹心墙板在我国的应用历史还较短，本规程仅定性地提出要求。

4.4.2 外墙板接缝处的密封材料应符合下列规定：

- 1 密封胶应与混凝土具有相容性，以及规定的抗剪切和伸缩变形能力；密封胶尚应具有防霉、防水、防火、耐候等性能；
- 2 优质建筑密封胶应符合国家现行标准的规定；
- 3 夹心外墙板接缝处填充用保温材料的燃烧性能应满足现行国家标准 GB8624-2012 中 A 级要求。

【条文说明】：外墙板接缝处的密封材料，除应满足抗剪切和伸缩变形能力等力学性能要求外，尚应满足防霉、防水、防火、耐候等建筑物理性能要求。密封胶的宽度和厚度应通过计算决定。由于我

国目前研究工作的水平，本版规程仅对密封胶提出最基本的、定性的要求，其它定量的要求还有待于进一步研究工作的成果。

4.4.3 其它材料进厂应按照相关现行国家标准和行业标准的要求进行复检，检验合格后方可使用。

5 模数协调

5.1 建筑模数

5.1.1 装配整体式混凝土建筑设计应符合《建筑模数协调标准》(GB/T50002)的规定；设计应严格按照建筑模数制要求，采用基本模数或扩大模数的设计方法实现建筑构配件与建筑平立面的模数协调。

5.1.2 模数数列应根据功能性和经济性原则确定。

5.2 建筑模数协调

5.2.1 模数协调应符合下列要求：

1 应利用模数数列调整装配整体式建筑与部件的尺寸关系，优化部件或分部件的尺寸与种类。

2 部件组合及安装时，能明确各部件的尺寸与位置，使设计与安装等各个环节配合简单，使装配整体式建筑设计精细化，达到高效率和经济性。

3 主体结构部件和内装、外装部件的定位可通过设置模数网格来控制，并应通过部件安装接口要求进行主体结构、内装、外部部件和分部件的设计及安装。

5.2.2 装配整体式混凝土住宅宜采用 2M+3M(或 1M、2M、3M)灵活组合的模数网络进行设计，以适应墙体改革，满足住宅建筑平面功能布局的灵活性，达到模数网络的协调。

5.2.3 框架结构柱子间设置的分户墙和分室隔墙，一般宜采用中心线定位法。当隔墙的一侧或两侧要求模数空间时宜采用界面定位法。

6 建筑与节能设计

6.1 一般规定

6.1.1 装配整体式混凝土建筑的建筑设计应符合国家、行业现行有关建筑设计、标准、规范的要求，并应符合建筑工业化及推进节能减排绿色建筑的要求。

6.1.2 装配整体式混凝土建筑的建筑设计宜采用主体结构构件、内装修部品和管线设备三部分装配化集成技术系统，做到基本单元、基本构件、连接构造、配件及设备管线布置的标准化与系列化，采用少规格、多组合的原则，组合多样化的建筑形式。

【条文说明】：装配整体式建筑中，宜采用主体结构构件、装饰部品和管线设备的三部分装配化集成技术系统，实现装修、管道设备与主体结构的分离，便于装修、管道设备的检修及更换，从而使建筑具备结构耐久性，室内空间灵活以及可更新性等特点。

6.1.3 装配整体式混凝土建筑的外围护结构、内隔墙、楼梯、阳台、空调外机搁板、管道井等配套构件宜选用工厂化生产的预制构配件，并因地制宜采用新材料、新产品和新技术。

【条文说明】：选用工厂化生产的预制构配件可稳定质量，降低成本。

6.1.4 装配整体式混凝土建筑的建筑设计应充分考虑使用功能、结构体系特点、各类预制构配件的类型与规格、室内外装饰装修及设备系统安装等的要求。宜采用土建与装修、设备一体化设计，将室内装修、设备安装与主体结构施工有机结合。

【条文说明】：装配式混凝土建筑的设计与建造是一个系统工程，需要整体设计的思想，应充分考虑结构体系与设备专业的统一协调，同时注意构配件细部尺寸应满足功能要求。

6.1.5 装配整体式混凝土建筑的建筑节能的设计、施工和验收，除按本规程规定外，尚应符合国家行业和广西现行有关标准的规定。

6.1.6 装配整体式混凝土建筑的防火设计应符合现行国家标准《建筑防火设计规范》GB 50016 的有关规定。

6.2 平面设计

6.2.1 在满足建筑使用功能需求的条件下，宜采用大开间、大进深、体型规整的平面布置，尚应符合有关建筑节能体形系数的要求。

6.2.2 单元房间平面形状应简洁规整，采用少规格、多组合的原则，利用少量的基本单元组合多样化的建筑形式。

【条文说明】：*这是由装配式建筑的工业化、标准化、模数化、体系化特性决定的。这种特性应体现在建筑基本单元中，而不应束缚建筑的灵活性、多样性。*

6.2.3 墙、柱等竖向承重构件应上、下对应贯通。突出与挑出部分不宜过大。

6.2.4 门、窗洞口宜上下对齐、成列布置，其平面位置和尺寸应满足构件拆分的最小尺寸限制及结构受力要求；剪力墙结构中不宜采用转角窗。

【条文说明】：*剪力墙结构中，在角部墙体开洞形成的转角窗，对结构抗震极为不利，因此装配整体式剪力墙结构设计时，慎用转角窗。*

6.2.5 采用装配整体式混凝土建筑的居住建筑设计时应充分考虑厨房、卫生间的平面合理分区，有条件时采用标准化的整体橱柜和卫浴设备，并合理布置卫生间降板空间；水电设备管线宜集中布置。

6.2.6 建筑的竖向管井宜布置在公共空间，建筑的竖向管井应整合集中布置。

6.2.7 建筑应考虑使用的灵活性，以使用户分隔和改造。

6.2.8 对有抗震设计要求的装配整体式混凝土建筑，其建筑的体型、平面布置及建筑构造应符合抗震设计的原则。

【条文说明】：6.2.1~6.2.8 装配式建筑的设计与建筑是一个系统工程，需要整体设计的思想，平面设计应考虑建筑各功能空间的使用尺寸，并结合结构受力特点，合理设计预制配件（部品）。同时应注意预制构配件（部品）的定位尺寸，在满足平面功能需要的同时，还应符合模数协调和标准化的要求。装配式建筑平面设计应充分考虑设备管线与结构体系之间的关系。

6.3 立面、外墙设计

6.3.1 装配整体式混凝土建筑的外墙设计，可通过基本单元装饰构件的组合、外墙板的拆分、饰面色彩变化等方法，实现建筑外立面的多样化与经济美观。

6.3.2 外墙饰面材料宜结合当地气候条件，采用耐久、不易污染的材料。外墙饰面宜与外墙板一体化预制成型。

【条文说明】：6.3.1、6.3.2 预制混凝土具有可塑性，便于采用不同形状的外墙板。同时，外表面可以通过饰面层的凹凸和虚实、不同的纹理和色彩、不同质感的装饰混凝土等手段，实现多样化的外装饰需求；面层还可以处理为露骨料混凝土、清水混凝土等，从而实现标准化与多样化相结合。在生产预制外墙板的过程中，可将外墙饰面材料与预制外墙板同时制作成型。

6.3.3 建筑外墙装饰构件宜结合外墙板整体设计。外墙饰面宜在构件厂完成。应注意独立装饰构件与外墙板连接处的构造，并应满足热工、防水设计的要求。

6.3.4 外墙挂板的接缝应满足保温、防火、隔声的要求。

【条文说明】：预制外墙板的板缝处，应保持墙体保温性能的连续性。装配式建筑外墙的设计关键在于连接节点的构造设计。对于承重预制外墙板、预制外挂墙板、预制夹心外墙板等不同外墙板

连接节点的构造设计,悬挑构件、装饰构件连接节点的构造设计,以及门窗连接节点的构造设计等,均应根据建筑功能的需要,满足结构、热工、防水、防火、保温、隔热、隔声及建筑造型设计等要求。预制外墙板的各类接缝设计应构造合理、施工方便、坚固耐久,并结合本地材料、制作及施工条件进行综合考虑。

6.3.5 民用建筑外保温系统及外墙装饰防火设计,应符合现行国家建筑设计防火标准规范的有关规定。保温材料的燃烧性能宜为 A 级,且不应低于 B2 级。夹心复合板材的芯材应采用不燃或难燃保温材料。建筑外墙板的装饰层应采用不燃材料,不宜采用着火后易于脱落的瓷砖类材料。

6.3.6 外墙的门窗应采用标准化部品,并宜采用企口、预留副框或预埋件等方法实现与外墙的可靠连接。

6.3.7 空调板宜集中布置,并宜于阳台合并设置。

【条文说明】:集中布置的目的是提高预制外墙板的标准化和经济性。

6.3.8 装饰构架、外墙线脚等构件应与主体结构有可靠的连接。

6.3.9 除拉结件外,外墙板构造层与结构层的连接应采用耐久性和绝热性能好的材料。

6.4 建筑节能设计

6.4.1 装配整体式混凝土建筑的外围护结构应按建筑节能设计标准进行设计,采取相应的保温隔热措施,并应符合国家和地方现行建筑节能设计标准规范的要求。

6.4.2 外挂墙板的保温材料及其厚度除应满足热工设计要求,应依据构件材料的导热系数(带有门窗的预制混凝土外挂墙板应分别计算墙板和玻璃的传热系数),按照相关节能标准验算夹心保温层厚度及相关热工参数。

6.4.3 预制混凝土外挂墙板与相邻构件相连处,应保持墙体保温

的连续性及门窗框间的密闭性。

6.5 内装修

6.5.1 装配整体式混凝土结构的室内装修的主要标准构配件宜以工厂化生产为主，并宜采用工业化构配件（构件）来组装，实现室内装修（填充体）和管道设备与主体结构（支撑体）的分离。

6.5.2 室内装修所采用的构配件、饰面材料，应结合房间使用功能要求采用耐久、防水、防火、防腐及环保材料与做法。

6.5.3 装配整体式混凝土结构的装修材料和设备的固定，应在预制混凝土构件允许范围内安装管卡等受力件，宜采用膨胀螺栓、自攻螺丝、钉接、粘结固定法。

6.5.4 装配整体式混凝土结构构件中应预留孔、洞的位置，穿楼板的设备管线，应采取防水、防火、隔声密封措施。

6.5.5 宜选用易于安装、拆卸，且保温、隔声性能良好的隔墙板灵活分隔室内空间。

6.5.6 内隔墙板的面层材料宜与隔墙板形成整体在构件厂完成。

6.5.7 用于用水房间的内隔墙板面层材料应具有防水、易清洗的性能。

6.5.8 内隔墙板与其他构配件（如管线支架、卫生设备、空调设备等）的连接应牢固可靠。

6.6 建筑构造设计

6.6.1 阳台板、空调外机搁板、太阳能集热器板、装饰构件等外挑构件宜采用工厂化加工的标准预制件，或采用部分预制、部分现浇的叠合构件。外挑构件宜减少规格和类型，外挑尺寸不宜过大。腰线等外挑装饰件可采用轻质材料预制，并与主体结构可靠连接。

6.6.2 阳台板与空调室外机搁板、太阳能集热器板、装饰构件等外

挑构件应预留滴水线，与现浇混凝土的结合面应设置防止渗水的凹槽。

6.6.3 采用叠合楼板时现浇层厚度应满足预埋管线的要求，底层地坪宜采用预制复合保温楼板及防潮构造措施；地面下空间有燃气管道通过时，应采取防止燃气积聚的措施。

6.6.4 外围护结构处应做好保温隔热设计，避免出现冷热桥。

6.6.5 预制外墙板的接缝和门窗洞口等防水薄弱部位，宜采用构造防水和材料防水相结合的防排水做法，并应满足节能、防水、防火、隔声及建筑装饰等要求，做到材料耐久、便于制作和安装。

6.6.6 预制非结构外墙板与主体结构的连接节点应采用可靠的防腐、防水、防火措施，其耐久性应满足工程使用年限要求。

6.6.7 外挂墙板的节点构造设计应包括板材间的连接和外挂墙板的接缝构造。

6.6.8 墙板与梁宜采用柔性连接。

6.6.9 采用叠合楼板时，楼板的计权标准化撞击声声压级应满足《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 的要求。当叠合楼板的计权标准化撞击声声压级不满足要求时，应采用建筑构造隔声，叠合楼板需考虑相应荷载及降板。

6.7 建筑防水设计

6.7.1 外墙挂板的接缝及门窗洞口等防水薄弱部位宜采用材料防水和构造防水相结合的做法，并应符合下列规定：

- 1 墙板水平接缝宜采用高低缝或企口缝构造；
- 2 墙板竖缝可采用平口或槽口构造；
- 3 当板缝空腔需设置导水管排水时，板缝内侧应增设气密条密封构造。
- 4 缝内采用现场发泡聚氨酯填塞后用建筑密封胶密封。

6.7.2 预制女儿墙板应采用与下部墙板结构相同的分块方式和构

造做法，女儿墙板内侧应按规范要求，在泛水高度处设凹槽、挑檐或其它泛水收头的构造措施。

【条文说明】：在要求的泛水高度处设凹槽或挑檐或金属泛水板，便于屋面防水的收头。

6.7.3 装配整体式住宅建筑宜采用同层排水设计，并结合房间净高、楼板跨度、设备管线等因素确定降板方案。

【条文说明】：一般建筑的排水横管设置在楼板下，称为异层排水；排水横管布置在本层称为同层排水。住宅建筑卫生间宜优先采用同层排水方式。

7 结构设计基本规定

7.1 一般规定

7.1.1 针对装配整体式结构，乙类、丙类建筑的最大适用高度应符合表 7.1.1 的规定。

表 7.1.1 装配整体式结构建筑的最大适用高度 (m)

结构类型	抗震设防烈度	
	6	7
装配整体式框架结构	60	50
装配整体式框架-剪力墙结构	130	120
装配整体式剪力墙结构	130 (120)	110 (100)

注：1 房屋高度指室外地面到主要屋面板板顶的高度（不考虑局部突出屋顶部分）。

2 装配整体式框架结构及装配整体式框架-剪力墙结构中的框架部分，均应满足现浇等同型框架结构要求。

3 当结构中仅水平构件采用叠合梁、板，而竖向构件全部为现浇时，其最大适用高度同现浇结构。

4 在规定水平力作用下，当预制剪力墙构件承担的底部剪力大于底部总剪力的 50%时，最大适用高度应适当降低；当预制剪力墙承担的底部剪力大于底部总剪力的 80%时，应取括号内的数值。

5 当采用大底盘结构时，大底盘及其上一层应采用现浇结构。

6 非抗震设计的房屋高度可参照本表中 6 度的规定。

【条文说明】：装配整体式剪力墙结构、框架结构的适用高度参照《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3 中的规定并适当调整。装配整体式剪力墙结构中，墙体之间的接缝数量多且构造复杂，接缝的构造措施及施工质量对结构整体的抗震性能影响较大，使装

配整体式剪力墙结构抗震性能很难完全等同于现浇结构，而且世界各地对装配整体式剪力墙结构的研究少于对装配式框架结构的研究。近年来，我国对装配整体式剪力墙结构已完成一定数量的研究工作，本规程对装配整体式剪力墙结构采取从严要求的态度，与现浇结构相比适当降低其最大适用高度。当预制剪力墙构件承担的底部剪力占总剪力比例的 50%~80%时，宜综合考虑场地、结构的规则性、剪力墙的布置等因素，经专项论证确定。当底部加强部位的剪力墙采用现浇钢筋混凝土剪力墙时，以底部加强部位上一层的预制剪力墙构件承担的楼层剪力比例确定房屋的最大适用高度。

当房屋高度超过本表 7.1.1 的限值时，采取有效加强措施并经过专项论证，具体可参照超限高层建筑工程抗震设防专项审查的相关规定。

本规程在确定装配整体式剪力墙结构的最大适用高度时，还参照了《装配式混凝土结构技术规程》的相关内容，行业标准发布后可按照其规定执行。

7.1.2 装配整体式建筑适用的最大高宽比见表 7.1.2。

表 7.1.2 各种体系适用的最大高宽比

结构体系	抗震设防烈度	
	6	7
装配整体式框架结构	4	4
装配整体式框架-剪力墙结构	5	5
装配整体式剪力墙结构	6	6

【条文说明】：高层装配整体式结构适用的最大高宽比参照《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 中的规定并适当调整。高层的范围按照《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 中的规定确定。考虑装配整体式结构受力的特殊性，设计时对高宽比宜从严控制。部分工程实例表明，建筑物高宽比大于 6 时，易出现在小震或中震情况下小偏心受拉的墙肢，对结构安全极为不利，宜尽量避免，否则，应进行细致的验算，必要时应采取有效的加强措施或进行

抗震专项审查。

7.1.3 抗震设计时，装配整体式结构应根据抗震设防烈度、结构类型和房屋高度采用不同的抗震等级，并应符合相应的计算和构造措施要求。装配整体式剪力墙结构抗震等级应符合表 7.1.3 规定。

表 7.1.3 装配整体式剪力墙结构的抗震等级

结构类型		抗震设防烈度				
		6		7		
装配整体式 框架结构	高度 (m)	≤ 24m	> 24m	≤ 24m	>24m	
	框架	四	三	三	二	
	大跨度框架	三		二		
装配整体式 剪力墙结构	高度 (m)	≤70	>70	≤24	>24 且≤70	> 70
	剪力墙	四	三	四	三	二
装配整体式 框架-剪力墙结 构	高度(m)	≤60	>60	≤24	>24 且 ≤60	> 60
	框架	四	三	四	三	二
	剪力墙	三	三	三	二	二

注：1 建筑场地为 I 类时，除 6 度外允许按表内将一度所对应的抗震等级采取抗震构造措施，但相应的计算要求不应降低；

2 乙类建筑应按本地区抗震设防烈度提高一度的要求加强其抗震措施，当建筑场地为 I 类时，除 6 度外允许仍按本地区抗震设防烈度的要求采取抗震构造措施；

3 接近或等于高度分界时，允许结合房屋不规则程度及场地、地基条件确定抗震等级；

4 大跨度框架指跨度不小于 18m 的框架。

【条文说明】：目前由于装配式结构抗震研究相关较少，抗震设防分类中的甲类建筑，宜为整体现浇。装配整体式结构的抗震等级参照《建筑抗震设计规范》GB50011 中的规定并适当调整。装配

整体式剪力墙结构及部分框支剪力墙结构的抗震等级划分高度比现浇结构适当降低。

7.1.4 装配整体式结构平面布置应符合下列要求：

- 1** 装配整体式结构平面应符合现行国家标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3 中的相关规定
- 2** 平面形状宜简单、规则、对称，质量、刚度分布宜均匀，不应采用特别不规则的平面布置；
- 3** 平面长度不宜过长（图 7.1.4）， L/B 宜符合表 7.1.4 的要求；
- 4** 平面突出部分的长度不宜过大、宽度 b 不宜过小（图 7.1.4）， L/B_{\max} 、 l/b 宜符合表 7.1.4 的要求；
- 5** 建筑平面不宜采用角部重叠或细腰形平面布置。

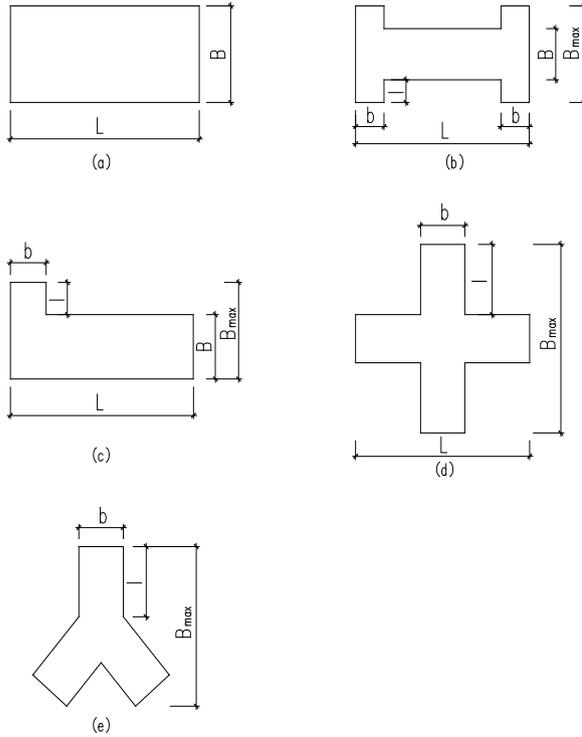


图 7.1.4 建筑平面示例

表 7.1.4 平面尺寸及突出部位尺寸的比值限值

设防烈度	L/B	L/B_{max}	l/b
6、7 度	≤ 5.0	≤ 0.30	≤ 1.5

7.1.5 结构平面布置宜避免扭转影响过大。在规定水平力作用下，考虑偶然偏心影响的最大弹性水平位移（或层间位移），不宜大于该楼层两端弹性水平位移（或层间位移）平均值的 1.2 倍，不应大于该平均值的 1.4 倍。结构以扭转为主的第一自振周期与平动为主的第一自振周期之比，不宜大于 0.85。

7.1.6 装配整体式结构竖向布置应符合现行国家标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3 中的相关规定。装配整体式结构竖向布置应规则、均匀，应避免抗侧力结构的侧向刚度和承载力竖向突变，竖向抗侧力构件宜上、下连续贯通。竖向抗侧力构件的截面尺寸和材料应自下而上逐渐减小，避免抗侧力结构的侧向刚度和承载力竖向突变，承重构件应上下对正，结构侧向刚度应下大上小。

【条文说明】：装配整体式剪力墙结构的平面及竖向布置要求，应严于现浇混凝土结构。在建筑方案设计中，应该注意结构的规则性。如某些楼层出现扭转不规则及侧向刚度不规则，宜采用现浇混凝土结构。

7.1.7 需进行抗震设计的装配整体式剪力墙结构不应采用具有较多短肢剪力墙的剪力墙结构，抗震等级为二级或更高时，不宜采用一字型短肢剪力墙。

【条文说明】：预制的短肢剪力墙板的抗震性能较差，在高层建筑预制装配式结构中应避免过多采用。

注：1 短肢剪力墙是指截面厚度不大于 300mm、各肢截面高度与厚度之比的最大值大于 4 但不大于 8 的剪力墙；

2 具有较多短肢剪力墙的剪力墙结构是指，在规定的水平地震作用下，短肢剪力墙承担的底部倾覆力矩不小于结构底部总地震倾覆力矩的 30%的剪力墙结构。

7.1.8 需进行抗震设计的装配整体式剪力墙结构建筑不宜采用转角窗。

7.1.9 高层装配整体式剪力墙结构宜设置地下室，地下室应采用现浇混凝土结构，底部加强部位宜采用现浇混凝土结构。高层装配

整体式剪力墙结构,底部加强部位剪力墙宜采用现浇混凝土结构。转换梁、转换柱不应采用预制构件。装配整体式剪力墙结构楼盖应采用叠合楼盖或现浇楼盖,顶层宜采用现浇楼盖,转换层应采用现浇楼盖。

【条文说明】:高层装配整体式剪力墙结构的底部加强部位建议采用现浇结构,是考虑以下原因:

1 底部加强部位的剪力墙构件截面大且配筋较多,预制结构接缝及节点钢筋连接的工作量很大,预制结构体现不出优势。

2 高层建筑的底层布置往往由于建筑功能的需要,不太规则,不适合采用预制结构。

3 底部加强区对结构整体的抗震性能很重要,尤其在高烈度区,因此建议底部加强区采用现浇结构。底部加强区的范围可参照现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 中的规定。

高层建筑设置地下室可以提高结构在水平力作用下抗滑移、抗倾覆能力,地下室采用装配整体式并无明显的成本和工期优势,采用现浇结构既可以保证结构的整体性又可提高抗渗性能。

顶层采用现浇楼盖结构是为了保证结构的整体性。转换梁、转换柱是保证结构抗震性能的关键受力部位,且往往构件截面较大,配筋多,节点构造复杂,不适合采用预制构件。

7.1.10 装配整体式剪力墙结构的整体稳固性设计应符合下列要求:

1 装配整体式剪力墙结构的连接应保证结构的整体性,并应采取避免结构在偶然荷载下发生连续性坍塌;

2 应增强疏散通道、避难空间等处的重要结构构件的承载力和抗变形能力。

7.1.11 抗震设计时,构件及接缝的承载力抗震调整系数 γ_{RE} 应按表 7.1.11 采用。

表 7.1.11 构件及接缝承载力抗震调整系数 γ_{RE}

构件、接缝连接类型	受力性质	γ_{RE}
-----------	------	---------------

梁、外墙挂板	受弯	0.75
剪力墙	偏压	0.85
各类构件	受剪、偏拉	0.85
接缝连接	受弯、偏拉、受剪	0.85
	局部受压	1.0

【条文说明】：结构构件的承载力抗震调整系数与现浇混凝土结构相同。

7.1.12 应对各类构件及节点进行短暂设计状况、持久设计状况、地震设计状况下的承载能力极限状态及正常使用极限状态设计，并应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

7.1.13 预制构件拆分图应由主体结构的设计单位完成，并构成主体结构施工图设计文件的一部分，其深度和内容应满足建筑、结构和机电设备各专业的综合要求。预制构件的拆分原则是便于标准化生产、运输和吊装，并符合下列规定：

- 1 预制剪力墙的竖向拆分宜在各层楼面处；
- 2 预制剪力墙的水平拆分宜保证门窗洞口的完整性；
- 3 预制剪力墙结构最外部转角部位应采取加强措施，当拆分后无法满足设计构造要求时可采用现浇构件；

【条文说明】：预制构件的拆分设计应同时满足建筑模数协调、结构承载能力及便于施工和进行质量控制的要求。

装配整体式结构设计文件的编制深度应满足原建设部颁布的《建筑工程设计文件编制的深度规定》的要求，并经施工图审查机构审查合格方可使用。根据主体结构施工图设计文件（包括预制构件拆分图）而进行的预制构件详图的设计，可由预制构件生产厂家完成，并应经施工图设计单位的确认。

注：本条中的“预制构件拆分图”指预制构件的平面布置图及相应的节点详图。

7.1.14 预制构件中钢筋的混凝土保护层厚度除应满足《混凝土结构设计规范》GB 50010 的要求外，尚应符合相关规范的防火规定；

当受弯构件纵向钢筋的混凝土保护层厚度大于 50mm 时，宜对保护层采取有效的防裂构造措施。

【条文说明】：预制梁、柱构件由于节点区钢筋布置空间的需要，保护层往往较大。当保护层大于 50mm 时，采取增设钢筋网片、采用抗裂混凝土等措施避免混凝土保护层的开裂。

7.1.15 装配整体式剪力墙结构中预制构件的连接应受力明确、传力可靠，满足结构的承载力、延性要求。预埋件和连接件等外露金属件应按不同环境类别进行防腐、防锈处理；其耐久性应满足工程设计使用年限的要求，并应采取有效的防火措施。

7.1.16 预制构件与接合面应对其在施工阶段和使用阶段各种不利组合作用下的承载力、裂缝宽度及挠度进行验算。

7.1.17 构件分段要便于预制、吊装、就位和调整，结合部钢筋及预埋件不宜过多。

【条文说明】：7.1.16 条、7.1.17 条是对预制装配整体式钢筋混凝土结构设计的基本要求。

7.2 作用及作用组合

7.2.1 装配整体式剪力墙结构上的荷载应根据现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009、《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153、《建筑抗震设计规范》GB 50011 和行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3 确定；施工阶段的荷载应根据现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 确定。

7.2.2 对装配整体式剪力墙结构进行设计时，所采用的荷载组合应符合下列规定：

- 1 持久设计状况下的荷载组合应根据现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009、《混凝土结构设计规范》GB 50010 确定；
- 2 地震设计状况下的荷载组合应根据国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 确定；

3 施工阶段的荷载组合应根据现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 确定。

【条文说明】：对装配式结构进行承载力极限状态和正常使用下极限状态验算时，荷载和地震作用的取值及其组合均按现行相关规范执行。

7.2.3 预制构件应进行脱模、起吊、运输、安装等生产及施工阶段验算。验算时等效静荷载标准值取构件自重标准值乘以脱模吸附系数或动力系数，并符合下列规定：

1 脱模吸附系数宜取 1.5，也可根据构件和模具表面状况按表 7.2.3 取用；

2 构件吊装、运输时，动力系数宜取 1.5；构件翻转及安装过程中就位、临时固定时，动力系数可取 1.2；

3 当有可靠经验时，脱模吸附系数和动力系数可根据实际受力情况和安全要求适当增减。

表 7.2.3 脱模吸附系数

预制构体型式	模具表面光洁度	
	涂阻滞剂 外露骨料	涂油光 滑模板
带活动侧模的模板，无槽口或槽边	1.2	1.3
带活动侧模的模板， 有槽口或槽边	1.3	1.4
凹槽板	1.4	1.6
雕塑面板	1.5	1.7

【条文说明】：条文规定与现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB50666 相同，表 7.2.3 中的系数根据构件生产过程中的实际经验确定，可供设计选用。

7.2.4 进行后浇叠合层施工阶段验算时，叠合楼盖的施工活荷载应按实际情况采用并不宜小于 1.5kN/m²。

7.3 结构分析

7.3.1 装配式剪力墙结构可采取与现浇剪力墙结构相同的方法进行结构分析，且应符合以下规定：

- 1 预制夹心外墙板的外叶墙板不应作为受力构件考虑；
- 2 预制构件应对脱模、起吊、运输、安装等制作与施工阶段进行裂缝控制及承载力验算，此时结构的重要性系数 γ_0 可取0.9。

【条文说明】：在预制构件之间采用安全可靠的连接方式的前提下，装配整体式混凝土结构的整体性能可视为现浇混凝土结构，设计中可采用与现浇混凝土结构相同的方法进行结构分析，并根据本规程的相关规定对计算结果进行适当的调整。

在装配整体式剪力墙结构中，接缝包括预制墙板之间的水平和竖向拼缝，预制墙板之间的接缝一般采用整体式接缝，试验说明，结构的性能与现浇结构接近，为设计方便，对结构整体可采用与现浇结构相同的方法进行作用效应分析，并根据预制结构的特点对分析结果进行适当调整：当同一层既有预制剪力墙又有现浇剪力墙时，可采用内力重分配方法来考虑接缝对结构内力分布的影响，对现浇剪力墙在水平力作用下的内力进行适当放大。

预制构件在制作与安装各个环节的设计验算是不可忽视的。在制作、运输、安装的过程中，要对预制构件进行安全性分析，这主要是因为：1、预制构件的混凝土强度等级在这个阶段还未达到设计强度；2、此阶段的受力状态与计算方式，可能与使用阶段不同。所以，许多预制构件的配筋，不是使用阶段的设计计算起控制作用，而经常是在这个阶段的设计计算起到控制作用。

7.3.2 装配整体式剪力墙结构承载能力极限状态及正常使用极限状态的作用效应分析可采用线弹性分析。

7.3.3 按弹性方法计算的风荷载或多遇地震标准值作用下的楼层层间最大水平位移 Δu 与层高 h 之比 $\Delta u/h$ 框架、框架-剪力墙、剪力墙结构应分别小于等于1/550、1/800、1/1100。

【条文说明】：由于预制墙片之间的接缝对结构整体刚度有一定的削弱，根据哈尔滨工业大学的整体模型试验结果，装配整体式剪力墙结构水平力作用下的位移略大于现浇结构。因此本规程对于层间位移角适当加严，弹性层间位移角限值取为 $1/1100$ ，相当于考虑了预制墙片接缝对整体刚度的影响，达到等同现浇结构的刚度。

7.3.4 在结构内力与位移计算时，现浇楼盖和装配整体式叠合楼盖中，梁的刚度可考虑翼缘作用予以增大，近似考虑时，楼面梁刚度增大系数：中梁可根据翼缘情况取 $1.3\sim 2.0$ ；边梁可根据翼缘情况取 $1.0\sim 1.5$ 。当非承重墙与梁刚性连接时，应考虑其对梁刚度的影响。

【条文说明】：叠合楼盖和现浇楼盖对梁刚度均有增大作用。装配整体式楼板作为梁的有效翼缘，与梁一起形成T形截面，提高了梁的刚度，可参照《混凝土结构设计规范》GB 50010第5.2.4条计算。也可采用梁刚度增大系数法近似考虑，一般中梁刚度增大系数可取 1.8 ，边梁刚度增大系数可取 1.2 。

7.3.5 抗震设计的高层装配整体式剪力墙结构，当其房屋高度、规则性等超过本规程的规定或者抗震设防标准有特殊要求时，按现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3的有关规定进行结构抗震性能设计，并经过专项论证。

【条文说明】：结构抗震性能设计应根据结构方案的特殊性，选用适宜的结构抗震性能目标，并应论证结构方案能够满足抗震性能目标预期要求。对预制装配式混凝土结构进行抗震性能设计时，不仅要结构构件设定抗震性能目标，也要针对预制构件之间的节点及接缝设定抗震性能目标。设计文件应进行抗震设防专项审查。

7.4 框架结构设计

7.4.1 装配式混凝土框架结构可采用预制柱或现浇柱与各种叠合式受弯构件组合，通过现浇混凝土连接而成。

【条文说明】：连接方式可以采用节点连接和非节点连接。节点连接是指梁与柱在节点区的连接和节点边缘的连接，非节点连接是指梁与梁的连接、柱与柱的连接。

7.4.2 应采取正确的设计方法，确保叠合受弯构件和预制套管柱中预制部分和现浇混凝土的共同工作。所配钢筋应能将裂缝控制在允许范围以内，防止叠合构件各组成单元相互分离。

7.4.3 装配式混凝土框架结构应通过节点区现浇混凝土的合理设计，使其满足等同现浇混凝土框架结构的要求。此时，可采用与现浇混凝土结构相同的方法进行结构分析，预制柱和现浇柱应按照国家现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的规定进行设计。

【条文说明】：参考《装配式结构技术规程》(国家) 7.1.5 条。

7.4.4 叠合受弯构件的设计，除满足本章的规定外，尚应符合《混凝土结构设计规范》GB50010 的相关要求。

7.4.5 当结构按承载能力极限状态计算和按正常使用极限状态验算时，应按国家现行有关规定对结构的整体进行作用(荷载)效应分析；必要时，尚应对结构中受力状况特殊的部分进行更详细的结构分析。

【条文说明】：在结构的两种极限状态下进行结构分析时，应该采取相应的荷载组合。

7.4.6 结构计算分析所需的材料性能指标、计算图形、边界条件、作用的取值与组合、变形状况与初始应力以及各种几何尺寸等，应与结构的实际工作状态相符合，并应具有相应的构造措施。

【条文说明】：结构体系在不同的工作阶段中有可能出现不同的受力状况，这时应该分别进行相应的结构分析，并确定其可能的

最不利作用效应组合。

7.5 剪力墙结构设计

7.5.1 装配整体式混凝土剪力墙结构的设计应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 及《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3-2010 的基本要求，并符合下列规定：

1 预制构件的节点和接缝宜设置在结构受力较小的部位，并应满足承载力、延性和耐久性的要求；

2 预制构件的连接方式应构造简单、传力可靠、施工方便，保证结构的整体性。

7.5.2 预制剪力墙板宜在工厂制作，必要时也可在现场生产。预制剪力墙构件制成后，应经养护，达到设计强度后方可运抵施工现场。预制剪力墙构件安装就位后应与现浇部分整浇形成整体结构。

7.5.3 抗震设计时，装配式剪力墙结构，不应全部采用短肢剪力墙。当有较多短肢剪力墙时，在规定的水平地震作用下，短肢剪力墙承担的底部倾覆力矩不宜大于结构底部总地震倾覆力矩的 50%。

【条文说明】：短肢剪力墙是指截面厚度不大于 300mm、各肢截面高度与厚度之比的最大值大于 4 但不大于 8 的剪力墙；有较多短肢剪力墙是指，在规定的水平地震作用下，短肢剪力墙承担的底部倾覆力矩不小于结构底部总地震倾覆力矩的 30%。应避免因部分结构或构件的破坏而导致整个结构丧失承受重力荷载、风荷载和地震作用的能力；结构在两个主轴方向的动力特性宜相近。

8 结构构件以及连接设计

8.1 一般规定

8.1.1 装配整体式结构构件以及连接设计应遵循以下原则：

- 1** 装配整体式结构构件以及连接的承载力和延性不宜低于现浇结构的节点，且承载力不应低于相邻近的梁端和竖向构件承载力；
- 2** 装配整体式结构构件以及连接应分别进行施工吊装阶段和使用阶段各种作用效应，不利组合下承载力、稳定性和刚度的计算或验算；此时尚应考虑施工安装偏差、钢筋焊接应力和连接处局部削弱所引起的应力集中等的不利影响；
- 3** 应符合耐久性和防火的要求；
- 4** 构件分段要便于预制、吊装、就位和调整；节点钢筋及预埋件不宜过多；连接后应能尽快承受荷载。

【条文说明】：节点承载力应大于相邻梁、柱构件的承载力，这主要是为了保护节点核芯区。节点核芯区破坏属于剪切脆性破坏。一旦核芯区破坏，节点刚性和承载力将突然降低，结构变形也明显增大，而且很难修复。

8.2 预制构件设计

8.2.1在预制构件的结合部或接合面应采取本规范有关章节规定的连接措施或其他适当的连接措施，使装配后的构件及整体结构的刚度、承载力、恢复力特性、耐久性以及耐火性等类同于现浇混凝土构件及结构。

【条文说明】：结合部的连接措施是指接合面的抗剪传力机构，如

接触面受压抗剪、剪切摩擦抗剪、剪力键作用、钢筋销栓作用等。

这里所说的“类同”是指力学性能以及其他指标基本相当，正常使用状态基本等同于现浇混凝土结构，在极限状态与现浇混凝土结构具有相同的破坏模式。

为保证整体分析模型结果的可靠性，预制构件的结合部、接合面应具有足够的刚度。因难以规定预制构件结合部、接合面自身的刚度，故要求装配整浇后的构件及结构的刚度，应基本等同于现浇混凝土结构。

为使装配整浇后的结构具有基本等同于现浇混凝土结构的性能，就应防止预制构件的结合部发生破坏，使之具有与现浇结构相同的破坏模式或屈服机理，这需要预制构件及其结合部应具有等同于或不低于现浇结构相应部位的强度。

恢复力特性关系到结构消耗地震能量的能力。恢复力特性基本等同是指，把接合面变形控制在很小的范围内，使接合面附加变形引起的结构位移在总位移中所占比例很小，以保证在同一振幅反复变形时，装配整体式结构的耗能能力基本相当于现浇混凝土结构，达到预制装配整体式结构的地震反应也基本相当于现浇混凝土结构。

8.2.2 预制结构构件的设计和构造措施应充分考虑生产、运输、施工各个环节的受力状态，并按脱模、起吊、运输、及安装时相应的荷载值，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010的规定，进行各个阶段的承载力、变形及裂缝控制验算。应考虑施工过程中的焊接应力以及温差和混凝土收缩等不利影响。

【条文说明】：应特别注意预制构件在短暂设计状况下的承载能力的验算，对预制构件在脱模、翻转、起吊、运输、堆放、安装等生产和施工过程中的安全性进行分析。这主要是由于：1)在制作、施工安装阶段的荷载、受力状况和计算模式经常与使用阶段不同；2)预制构件的混凝土强度在此阶段尚未达到设计强度。因此，许多预制构件的截面及配筋设计，不是使用阶段的设计计算起控制

作用，而是此阶段的设计计算起控制作用。

8.2.3 对地震设计状况，应对预制构件进行承载力验算。

8.2.4 当预制构件中钢筋的混凝土保护层厚度大于 50mm 时，宜对钢筋的混凝土保护层采取有效的构造措施。

【条文说明】：预制梁、柱构件由于节点区钢筋布置空间的需要，保护层往往较大。当保护层大于 50mm 时，宜采取增设钢筋网片等措施，控制混凝土保护层的裂缝及在受力过程中的剥离脱落。

8.3 连接设计

8.3.1 装配整体式结构中，接缝的正截面承载力应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。接缝的受剪承载力应符合下列规定：

(1) 持久设计状况：

$$\gamma_0 V_{jd} \leq V_u \quad (8.3.1-1)$$

(2) 地震设计状况：

$$V_{jdE} \leq V_{uE} / \gamma_{RE} \quad (8.3.1-2)$$

在梁、柱端部箍筋加密区及剪力墙底部加强部位，尚应符合下列要求：

$$\eta_j V_{mua} \leq V_{uE} \quad (8.3.1-3)$$

式中： γ_0 --结构重要性系数，安全等级为一级时不应小于 1.1，安全等级为二级时不应小于 1.0；

V_{jd} --持久设计状况下接缝剪力设计值；

V_{jdE} --地震设计状况下接缝剪力设计值；

V_u --持久设计状况下梁端、柱端、剪力墙底部接缝受剪承载力设计值；

V_{uE} --地震设计状况下梁端、柱端、剪力墙底部接缝受剪承载力设计值；

V_{mua} --被连接构件端部按实配钢筋面积计算的斜截面受剪

承载力设计值；

η_j --接缝受剪承载力增大系数，抗震等级为一、二级取 1.2，
抗震等级为三、四级取 1.1。

【条文说明】：装配整体式结构中的接缝主要指预制构件之间的接缝及预制构件与现浇混凝土之间的结合面，包括梁端接缝、柱顶底接缝、剪力墙的竖向接缝和水平接缝等。装配整体式结构中，接缝是影响结构受力性能的关键部位。

接缝的压力通过现浇混凝土、灌浆料或坐浆材料直接传递；拉力通过由各种方式连接的钢筋、预埋件传递；剪力由结合面混凝土的粘结强度、键槽或者粗糙面、钢筋的摩擦抗剪作用、销栓抗剪作用承担；接缝处于受压、受弯状态时，静力摩擦可承担一部分剪力。预制构件连接接缝一般采用强度等级高于构件的现浇混凝土、灌浆料或坐浆材料。当穿过接缝的钢筋不少于构件内钢筋并且构造符合本规程规定时，节点及接缝的正截面受压、受拉及受弯承载力一般不低于构件，可不比进行承载力验算。当需要计算时，可按照混凝土构件正截面的计算方法进行，混凝土强度取接缝及构件混凝土材料强度的较低值，钢筋取穿过正截面且有可靠锚固的钢筋数量。

现浇混凝土、灌浆料或坐浆材料与预制构件结合面的粘结抗剪强度往往低于预制构件本身混凝土的抗剪强度。因此，预制构件的接缝一般都需要进行受剪承载力的计算。本条对各种接缝的受剪承载力提出了总的要求。

对于装配整体式结构的控制区域，即梁、柱箍筋加密区及剪力墙底部加强部位，接缝要实现强连接，保证不再接缝处发生破坏，即要求接缝的承载力设计值大于被连接构件的承载力设计值乘以强连接系数，强连接系数根据抗震等级、连接区域的重要性以及连接类型，参照美国规范 ACI 318 中的规定确定。同时，也要求接缝的承载力设计值大于设计内力，保证接缝的安全。对于其他区域的接缝，可采用延性连接，允许连接部位产生塑性变形，

但要求接缝的承载力设计值大于设计内力，保证接缝的安全。

8.3.2 装配整体式结构中，节点及接缝处的纵向钢筋连接宜根据接头受力、施工工艺等要求选用机械连接、套筒灌浆连接、浆锚搭接连接、焊接连接、绑扎搭接连接等连接方式，并应符合国家现行有关标准的规定。

【条文说明】：装配整体式框架结构中，框架柱的纵筋连接宜采用套筒灌浆连接，梁的水平钢筋连接可根据实际情况选用机械连接、焊接连接或者套筒灌浆连接。装配整体式剪力墙结构中，预制剪力墙竖向钢筋的连接可根据不同部位，分别采用套筒灌浆连接、浆锚搭接连接，水平分布筋的连接可采用焊接、搭接等。

8.3.3 采用套筒灌浆连接时，应满足以下要求：

1 套筒抗拉承载力应不小于连接筋实际抗拉承载力，且不小于连接筋 1.1 倍抗拉强度标准值；套筒长度由砂浆与连接筋的握裹能力而定，要求握裹承载力不小于 1.05 倍连接筋实际抗拉承载力。

2 套筒浆锚连接钢筋可不另设，由下柱或者剪力墙边缘构件内的纵向受力筋直接外伸形成。连接筋间距不宜小于 5d，套筒净距不应小于 20mm。连接筋与套筒位置应完全对应，误差不得大于 2mm。

3 连接筋插入套筒后压力灌浆，待浆液充满全部套筒后，停止灌浆，静养 1~2 天。

8.3.4 采用浆锚搭接连接，应满足以下要求：

1 预制构件中预留锚孔宜采用镀锌金属波纹浆锚管。

2 在锚固区，锚孔及纵筋周围宜设置螺旋箍筋。

3 连接筋插入锚孔后压力灌浆，待浆液充满全部锚孔后，停止灌浆，静养 1~2 天。

4 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。

8.3.5 预制构件与后浇混凝土、灌浆料、坐浆材料的结合面应设置粗糙面、键槽，并应符合下列规定：

1 预制板与后浇混凝土叠合层之间的结合面应设置粗糙面。

2 预制梁与后浇混凝土叠合层之间的结合面应设置粗糙面；预制梁端面应设置键槽（图 8.3.5-1）且宜设置粗糙面。键槽的尺寸和数量应按公式 8.3.5-1 和 8.3.5-2 计算确定；键槽的深度 t 不宜小于 30mm，宽度 w 不宜小于深度的 3 倍且不宜大于深度的 10 倍；键槽可贯通截面，当不贯通时槽口距离截面边缘不宜小于 50mm；键槽间距宜等于键槽宽度；键槽端部斜面倾角不宜大于 30° 。

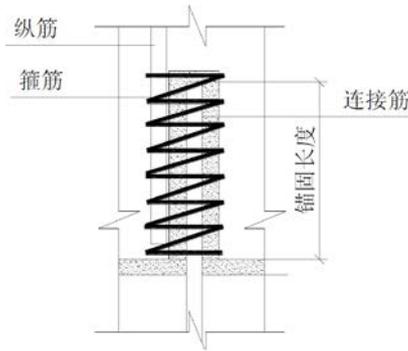


图 8.3.4 浆锚连接构造

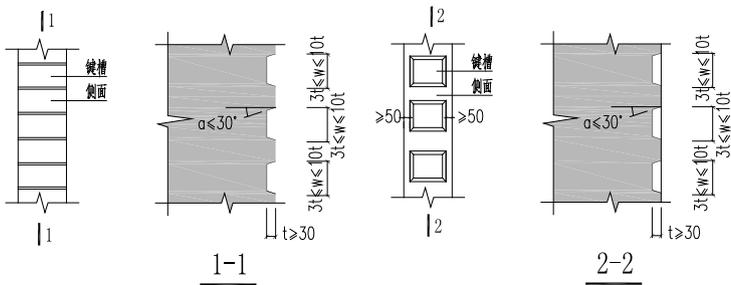


图 8.3.5-1 梁端键槽构造示意图

叠合梁端竖向接缝的受剪承载力设计值应按下列公式计算：
持久设计状况：

$$V_u = 0.07f_c A_{c1} + 0.10f_c A_k + 1.65A_{sd}\sqrt{f_c f_y} \quad (8.3.5-1)$$

地震设计状况：

$$V_{uE} = 0.04f_c A_{c1} + 0.06f_c A_k + 1.65A_{sd}\sqrt{f_c f_y} \quad (8.3.5-2)$$

式中： A_{c1} —叠合梁端截面后浇混凝土叠合层截面面积；

f_c —预制构件混凝土轴心抗压强度设计值；

f_y —垂直穿过结合面钢筋抗拉强度设计值；

A_k —各键槽的根部截面面积（图 8.3.5-2）之和，按后浇键槽根部截面和预制键槽根部截面分别计算，并取二者的较小值；

A_{sd} —垂直穿过结合面所有钢筋的面积，包括叠合层内的纵向钢筋。

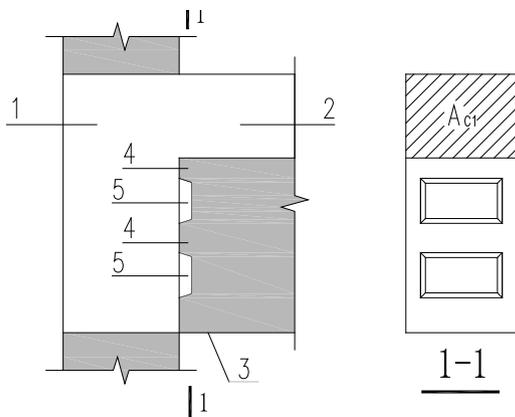


图 8.3.5-2 叠合梁端受剪承载力计算参数示意

1-后浇节点区；2-后浇混凝土叠合层；3-预制梁；

4-预制键槽根部截面；5-后浇键槽根部截面

3 预制剪力墙的顶部和底部与后浇混凝土的结合面应设置粗

糙面；侧面与后浇混凝土的结合面应设置粗糙面，也可设置键槽；键槽深度 t 不宜小于 20mm，宽度 w 不宜小于深度的 3 倍且不宜大于深度的 10 倍，键槽间距宜等于键槽宽度，键槽端部斜面倾角不宜大于 30° 。

4 粗糙面的面积不宜小于结合面的 80%，预制板的粗糙面凹凸深度不应小于 4mm，预制梁端、预制柱端、预制墙端的粗糙面凹凸深度不应小于 6mm。

【条文说明】：试验表明，预制梁端采用键槽的方式时，其受剪承载力一般大于粗糙面，且易于控制加工质量及检验。键槽深度太小时，易发生承压破坏；当不会发生承压破坏时，增加键槽深度对增加受剪承载力没有明显帮助，键槽深度一般在 30mm 左右。梁端键槽数量通常较少，一般为 1 个~3 个，可以通过公式较准确地计算键槽的受剪承载力。对于预制墙板侧面，键槽数量很多，和粗糙面的工作机理类似，键槽深度及尺寸可减小。

8.3.6 预制构件纵向钢筋宜在后浇混凝土内直线锚固；当直线锚固长度不足时，可采用弯折、机械锚固方式，并应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256 的规定。

【条文说明】：预制构件纵向钢筋的锚固多采用锚固板的机械锚固方式，伸出构件的钢筋长度较短且不需弯折，便于构件加工及安装。

8.3.7 应对预埋件等连接件进行承载力极限状态的验算。在验算中，除考虑使用阶段的荷载外，还应考虑施工过程中的各种不利荷载的组合，并按现行相关结构设计规范进行设计。

8.4 叠合板

8.4.1 装配整体式结构的楼盖宜采用叠合楼盖。结构转换层、平面复杂或开洞较大的楼层、作为上部结构嵌固部位的地下室楼层

宜采用现浇楼盖。

【条文说明】：叠合楼盖有各种形式，包括预应力叠合楼盖、带肋叠合楼盖、箱式叠合楼盖等。本节主要对常规叠合楼盖的设计方法及构造要求进行规定。其他形式的叠合楼盖的设计方法可参考行业现行相关规程。结构转换层、平面复杂或开洞较大的楼层、作为上部结构嵌固部位的地下室楼层对整体性及传递水平力的要求较高，宜采用现浇楼盖。

8.4.2 叠合板应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 进行设计，并应符合下列规定：

1 叠合板的预制板厚度不宜小于 60mm，后浇混凝土叠合层厚度不应小于 60mm；

2 当叠合板的预制板采用空心板时，板端空腔应封堵；

3 跨度大于 3m 的叠合板，宜采用桁架钢筋混凝土叠合板（如图 8.4.2 所示）；

4 跨度大于 6m 的叠合板，宜采用预应力混凝土预制板；

5 板厚大于 180mm 的叠合板，宜采用混凝土空心板。

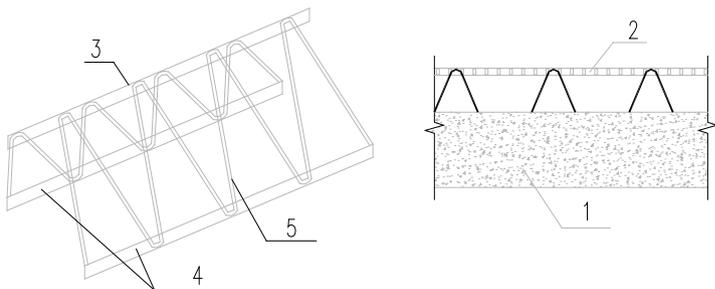


图 8.4.3 叠合板的预制板设置桁架钢筋构造示意

1-预制板；2-桁架钢筋；3-上弦钢筋；4-下弦钢筋 5-格构钢筋

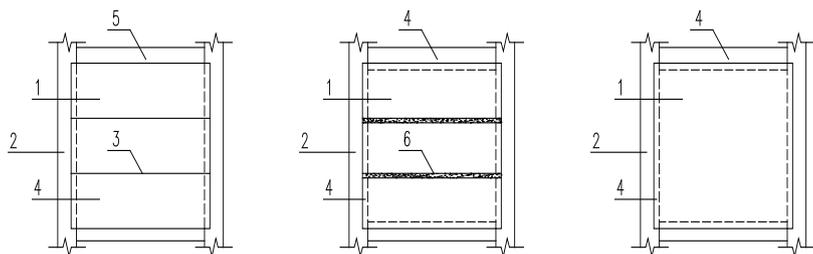
【条文说明】：叠合板现浇层最小厚度的规定考虑了楼板整体性要求以及管线预埋、面筋铺设、施工误差等因素。预制板最小厚度的规定考虑了脱模、吊装、运输、施工等因素。在采取可靠的构

造措施的情况下，如设置桁架钢筋或板肋等，增加了预制板刚度时，可以考虑将其厚度适当减少。

当板跨度较大时，为了增加预制板的整体刚度和水平界面抗剪性能，可在预制板内设置桁架钢筋。钢筋桁架的下弦钢筋可视情况作为楼板下部的受力钢筋使用。施工阶段，验算预制板的承载力及变形时，可考虑桁架钢筋的作用，减少预制板下的临时支撑。

当板跨度超过6m时，采用预应力混凝土预制板经济性较好。板厚大于180mm时，为了减轻楼板自重，节约材料，推荐采用空心楼板；可在预制板上设置各种轻质模具，浇筑混凝土后形成空心。

8.4.3 叠合板可根据预制板接缝构造、支座构造、长宽比按单向板或双向板设计。当预制板之间采用分离式接缝（图 8.4.3a）时，宜按单向板设计。对长宽比不大于3的四边支承叠合板，当其预制板之间采用整体式接缝（图 8.4.3b）或无缝隙（图 8.4.3c）时，可按双向板设计。



a 单向叠合板 b 带接缝的双向叠合板 c 无缝隙双向叠合板

图 8.4.3 叠合板的预制板布置形式示意

1-预制叠合板；2-梁或墙；3-板侧分离式接缝；4-板端支座

5-板侧支座；6-板侧整体式接缝

【条文说明】：根据叠合板尺寸、预制板尺寸及接缝构造，叠合板可按照单向叠合板或者双向叠合板进行设计。当按照双向板设计

时，同一板块内，可采用整块的叠合双向板或者几块预制板通过整体式接缝组合成的叠合双向板；当按照单向板设计时，几块叠合板各自作为单向板进行设计，板侧采用分离式拼缝即可。支座及接缝构造详见本节后几条规定。

8.4.4 未设置桁架钢筋的叠合板，应根据叠合面抗剪计算配置抗剪钢筋，当计算不需要配置抗剪钢筋时，应按下列要求配置抗剪构造钢筋：

1 当叠合板跨度大于 5m 时，支座周边 1/4 跨范围内应配置抗剪构造钢筋。

2 当相邻悬挑板的上部钢筋伸入叠合板中时，悬挑板上部钢筋的锚固范围应配置抗剪构造钢筋。

3 预埋在预制板内的抗剪构造钢筋，直径不应小于 6mm，间距不应大于 600mm，应伸入到现浇层上部钢筋处且伸出预制板的长度不应小于 40mm。

【条文说明】：跨度超过 5m 的叠合板周边 1/4 跨以及悬挑板的上部钢筋伸入范围内，叠合面的水平剪力较大，需设置界面抗剪钢筋提高水平面的抗剪能力，可参照《混凝土结构设计规范》GB 50010 附录 H 进行计算。

8.4.5 叠合楼板支座处预制板内的纵向钢筋应满足下列要求：

1 板端支座处，预制板内的纵向受力钢筋宜锚入支座梁或墙的现浇砼层中，在支座内锚固长度不应小于 $5d$ 及 100mm 的较大值，且宜伸过支座中心线（图 8.4.5a）， d 为纵向受力钢筋直径。

2 单向预制板的板侧支座处，当预制板内的板底分布钢筋伸入支承梁或墙的后浇混凝土中时，应符合本条第 1 款的要求；当板底分布钢筋不伸入支座时，宜在紧邻预制板顶面的后浇混凝土层中设置附加钢筋，附加钢筋截面面积不宜小于预制板内的同向分布钢筋截面面积，间距不宜大于 600mm，在板的后浇混凝土层内锚固长度不应小于 $15d$ ，在支座内锚固长度不应小于 $5d$ 及 100mm 的较大值，且宜伸过支座中心线（图 8.4.5b）。

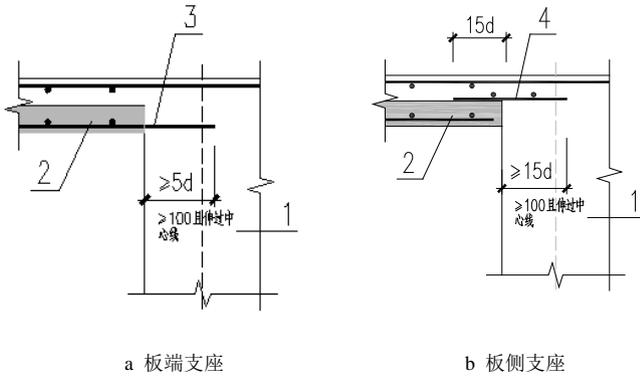


图 8.4.5 预制叠合板端及板侧构造

1-支承梁或墙；2-预制板；3-纵向受力钢筋；4-附加钢筋

8.4.6 单向预制叠合板板侧的分离式接缝应配置附加钢筋（图 8.4.6），并应符合下列规定：

- 1 接缝处紧邻预制板顶面宜设置垂直于板缝的附加钢筋，附加钢筋伸入两侧后浇混凝土叠合层的锚固长度不应小于 $15d$ (d 为附加钢筋直径)。
- 2 附加钢筋截面面积不宜小于预制板中该方向钢筋截面面积，钢筋直径不宜小于 6mm 、间距不宜大于 250mm 。

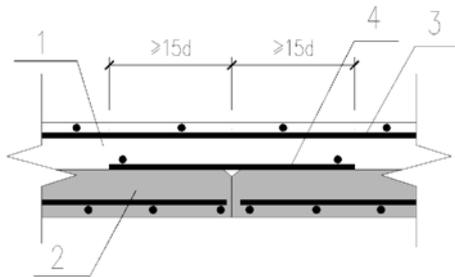


图 8.4.6 单向叠合板板侧分离式拼缝构造示意

1-后浇混凝土叠合层；2-预制板；3-后浇层内钢筋；4-附加钢筋

【条文说明】：本条所述的接缝形式较简单，有利于构件生产及施工。理论分析与试验结果表明，这种做法是可行的。叠合板的整

体受力性能介于按板缝划分的单向板和整体双向板之间，与楼板的尺寸、现浇层与预制板的厚度比例、接缝钢筋数量等因素有关。开裂特征类似于单向板，承载力高于单向板，挠度小于单向板但大于双向板。板缝接缝处边界主要传递剪力，弯矩传递能力较差。在没有可靠依据时，可偏于安全地按照单向板进行设计，接缝钢筋按构造要求确定，主要目的是保证接缝处不发生剪切破坏，且控制接缝处裂缝的开展。

当现浇层厚度较大 ($\geq 75\text{mm}$)，且设置有钢筋桁架并配有足够数量的接缝钢筋时，接缝可承受足够大的弯矩及剪力，此时也可将其作为整体式接缝，几块预制板通过接缝和现浇层组成的叠合板可按照整体叠合双向板进行设计。此时，应按照接缝处的弯矩设计值及现浇层的厚度计算接缝处需要的钢筋数量。

8.4.7 双向叠合板板侧的整体式接缝宜设置在叠合板的次要受力方向上且宜避开弯矩最大处，接缝可采用后浇带的形式(图 8.4.7a 或 b)，并应符合下列规定：

- 1 在接缝处预制板的纵向受力钢筋自板侧伸出并锚入现浇层内，锚固长度不应小于 l_a ，两侧钢筋在接缝处重叠的搭接长度不应小于 $10d$ ，钢筋弯折角度不应大于 30° ，弯折处沿接缝方向应配置不少于 2 根通长构造钢筋，且直径不应小于该方向预制板内钢筋直径。
- 2 板侧应设置键槽或做成粗糙面。
- 3 板缝内的后浇混凝土强度等级应不低于预制板的混凝土强度等级，且不应低于 C30，宜采用补偿收缩混凝土。
- 4 后浇带宽度不宜小于 200mm。
- 5 后浇带两侧板底纵向受力钢筋可在后浇带中焊接、搭接连接、弯折锚固。

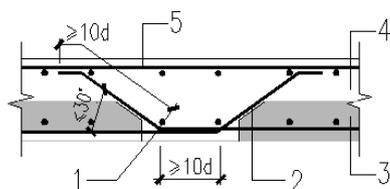


图 8.4.7a 整体式拼缝构造

1-构造筋；2-钢筋锚固；3-预制板；4-现浇层；5-现浇层内钢筋

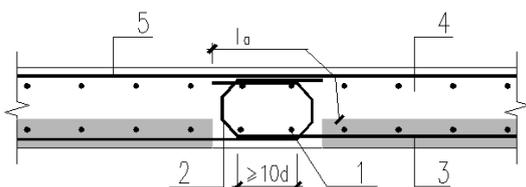


图 8.4.7b 整体式拼缝构造

1-构造筋；2-钢筋锚固；3-预制板；4-现浇层；5-现浇层内钢筋

【条文说明】：当预制板侧接缝可实现钢筋与混凝土的连续受力时，即形成“整体式接缝”时，可按照整体双向板进行设计。整体式接缝一般采用后浇带的形式，后浇带应有一定的宽度以保证钢筋在后浇带中的连接或者锚固空间，并保证后浇混凝土与预制板的整体性。后浇带两侧的板底受力钢筋需要可靠连接，比如焊接、机械连接、搭接等。

8.4.8 桁架钢筋混凝土叠合板应满足下列要求：

- 1 桁架钢筋应沿主要受力方向布置；
- 2 桁架钢筋距板边不应大于 300mm，间距不宜大于 600mm；
- 3 桁架钢筋弦杆钢筋直径不宜小于 8mm，腹杆钢筋直径不应小于 4mm；
- 4 桁架钢筋弦杆混凝土保护层厚度不应小于 15mm。

【条文说明】：在叠合板跨度较大、有相邻悬挑板的上部钢筋锚入等情况下，叠合面在外力、温度等作用下，截面上会产生较大的水平剪力，需配置界面抗剪构造钢筋来保证水平界面的抗剪能力。

当有桁架钢筋时，可不单独配置抗剪钢筋；当没有桁架钢筋时，配置的抗剪钢筋可采用马镫形状，钢筋直径、间距及锚固长度应满足叠合面抗剪的需求。

8.4.9 阳台板、空调板宜采用预制构件或预制叠合构件，负弯矩钢筋应可靠锚固。

8.5 叠合梁

8.5.1 叠合梁承载力极限状态计算和正常使用极限状态验算应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定。

8.5.2 叠合梁结合面的受剪承载力可按国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 进行计算。

8.5.3 楼盖中的梁宜采用叠合梁，叠合梁施工过程中宜设置竖向支撑，当设置竖向支撑时，叠合梁计算方法同整体现浇梁；否则，应按二阶段受力进行分析。

8.5.4 叠合梁预制部分可采用矩形或凹口形截面形式（图 8.5.4a），当采用叠合梁时，框架梁的现浇混凝土叠合层厚度不宜小于 150mm，次梁的现浇混凝土叠合层厚度不宜小于 120mm；当采用凹口截面预制时（图 8.5.4b），现浇层厚度不宜小于 150mm，凹口深度不宜小于 50mm，凹口边厚度不宜小于 60mm。

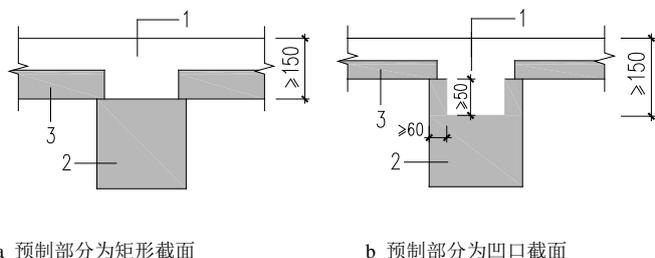


图 8.5.4 叠合梁截面

1-现浇层；2-预制梁；3-叠合板或现浇板

【条文说明】：采用叠合梁时，楼板一般采用叠合板，预制板搭在梁的预制部分上，梁、板的现浇层一起浇筑，当板的总厚度不小于梁的现浇层厚度要求时，可采用矩形截面预制梁。当板的总厚度小于梁的现浇层厚度要求时，可采用U形截面预制梁，某些情况下，为施工方便，预制梁也可采用其他截面形式，如倒T形截面或花篮梁的形式。

8.5.5 叠合梁与预制剪力墙墙板支座连接处，剪力墙应预留梁窝，梁窝尺寸应满足梁纵筋锚固构造要求，预制梁端支座搁置长度不应少于 20mm。（图 8.5.5）

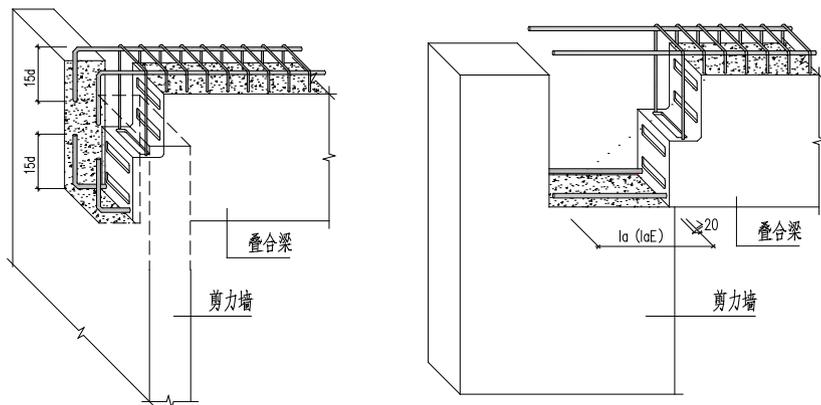


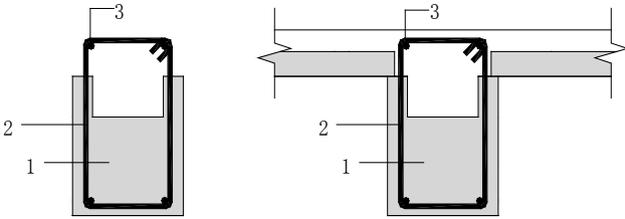
图 8.5.5 叠合梁纵筋与剪力墙连接构造

8.5.6 预制梁与后浇混凝土结合面宜做成粗糙面，粗糙面凸凹不宜小于 4mm。预制梁梁端宜设置梯形键槽，键槽深度不宜小于 30mm，高度不宜大于深度的 3 倍，键槽四角斜边与侧边的夹角宜为 135°，键槽长边应垂直于主剪力方向。

【条文说明】：预制梁端在墙板连接处是水平构件与竖向构件连接的关键部位，此处剪力也最大，竖向结合面设置键槽以增强连接整体性和提高抗剪能力。

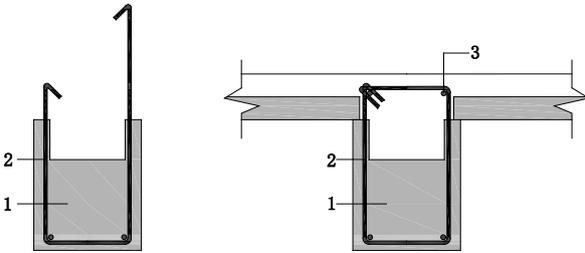
8.5.7 叠合梁的钢筋配置应符合下列要求:

- 1** 叠合梁的上部支座处纵向受力钢筋应在现浇层内贯通或锚入支座。
- 2** 叠合梁的下部纵向受力钢筋应在节点处或主梁接缝处连接或锚固。
- 3** 叠合梁的箍筋宜采用封闭箍，梁上部纵筋预穿在箍筋内。当抗震等级不高于二级时，箍筋也可采用开口组合箍现场封闭的形式，梁上部钢筋现场安装后采用箍筋帽封闭，开口箍上方及箍筋帽两端均采用 135°弯钩且直线段长度不小于 10d。



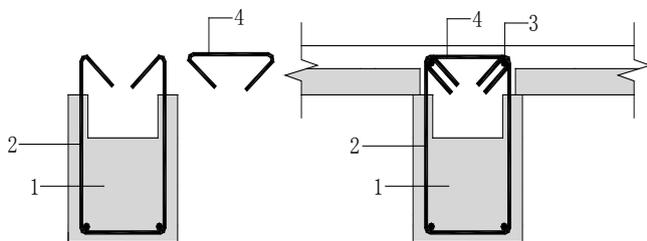
预制部分叠合梁

(a)



预制部分叠合梁

(b)



预制部分叠合梁

(c)

图 8.5.7 叠合梁钢筋构造

1-预制梁；2-预制梁箍筋；3-上部纵筋；4-箍筋帽

【条文说明】采用叠合梁时，在施工条件允许的情况下，箍筋优先采用闭合箍，当采用闭合箍筋无法安装上部纵筋时，采用开口箍筋加箍筋帽的形式。

8.6 预制框架柱及梁柱节点

8.6.1 预制柱的纵向钢筋连接应符合下列规定：

1 当房屋高度不大于 12m 或层数不超过 3 层时，可采用套筒、浆锚搭接、焊接等连接方式；

2 当房屋高度大于 12m 或层数超过 3 层时，宜采用套筒灌浆连接。

【条文说明】套筒灌浆连接方式在日本、欧美等国家已经有长期、大量的实践经验，国内也已有充分的试验研究、一定的应用经验、相关的产品标准和技术规程。当结构层数较多时，柱的纵向钢筋采用套筒灌浆连接可保证结构的安全。对于低层框架结构，柱的纵向钢筋连接也可以采用一些相对简单及造价较低的方法。

8.6.2 对一、二、三级抗震等级的装配整体式框架，应进行梁柱节点核心区抗震受剪承载力验算；对四级抗震等级可不进行验算。梁柱节点核心区抗震受剪承载力验算和构造应符合现行国家标准

《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《建筑抗震设计规范》GB 50011 中的有关规定。

8.6.3 在地震设计状况下, 预制柱底水平接缝的受剪承载力设计值应按下列公式计算:

当预制柱受压时:

$$V_{uE} = 0.8N + 1.65A_{sd}\sqrt{f_c f_y} \quad (8.6.3-1)$$

当预制柱受拉时:

$$V_{uE} = 1.65A_{sd}\sqrt{f_c f_y \left[1 - \left(\frac{N}{A_{sd} f_y} \right)^2 \right]} \quad (8.6.3-2)$$

式中: f_c —预制构件混凝土轴心抗压强度设计值;

f_y —垂直穿过结合面钢筋抗拉强度设计值;

A_c —单个抗剪连接齿槽抗剪面积;

N —与剪力设计值 V 相应的垂直于结合面的轴向力设计值, 取绝对值进行计算;

A_{sd} —垂直穿过结合面所有钢筋的面积;

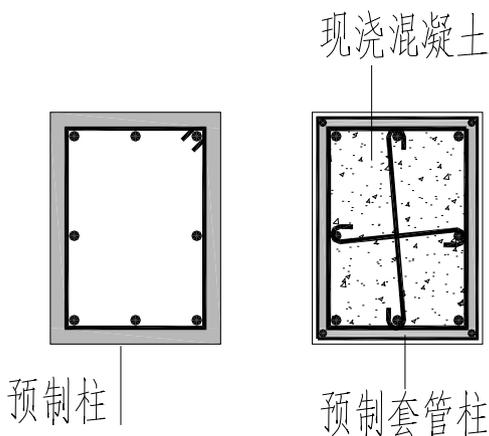
V_{uE} —地震设计状况下接缝受剪承载力设计值。

【条文说明】: 预制柱底结合面的受剪承载力的组成主要包括: 新旧混凝土结合面的粘结力、粗糙面或键槽的抗剪能力、轴压产生的摩擦力、梁纵向钢筋的销栓抗剪作用或摩擦抗剪作用, 其中后两者为受剪承载力的主要组成部分。

在非抗震设计时, 柱底剪力通长较小, 不需要验算。地震往复作用下, 混凝土自然粘结及粗糙面的受剪承载力丧失较快, 计算中不考虑其作用。

当柱受压时, 计算轴压产生的摩擦力时, 柱底接缝灌浆层上下表面接触的混凝土均有粗糙面及键槽构造, 因此摩擦系数取 0.8。钢筋销栓作用的受剪承载力计算公式与上一条相同。当柱受拉时, 没有轴压产生的摩擦力, 且由于钢筋受拉, 计算钢筋销栓作用时, 需要根据钢筋中的拉应力结果对销栓受剪承载力进行折减。

8.6.4 预制柱可采用不同的形式, 如图 8.6.4 所示。



a 预制实心柱 b 预制套管柱

图 8.6.4 预制混凝土柱截面

【条文说明】：图 8.6.4(a)是传统的预制柱截面形式，柱与柱之间可采用套管或现浇混凝土连接，柱与基础之间可通过设置预埋件的方式采用螺栓连接。预制套管叠合柱 (8.6.4(b))是改进的预制柱形式，它由预制套管柱和现浇混凝土组成，同济大学试验研究表明，该形式的预制柱具有与现浇柱相近的抗震性能。目前，该形式的预制柱在国内外实际工程中已有成功应用。

8.6.5 预制柱的设计应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的要求，并应符合下列规定：

- 1 柱纵向受力钢筋直径不宜小于 20mm；
- 2 矩形柱截面宽度或圆柱直径不宜小于 400mm，且不宜小于同方向梁宽的 1.5 倍；
- 3 柱纵向受力钢筋在柱底采用套筒灌浆连接时，柱箍筋加密区长度不应小于纵向受力钢筋连接区域与 500mm 之和；套筒上端第一道箍筋距离套筒顶部不应大于 50mm（图 8.6.5）。

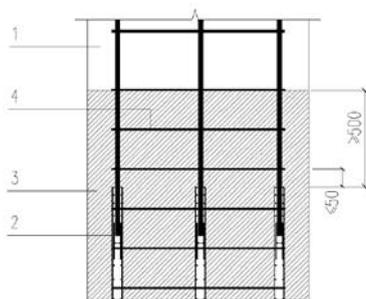


图 8.6.5 钢筋采用套筒灌浆连接时柱底箍筋加密区域构造示意

1-预制柱；2-套筒灌浆连接接头；3-箍筋加密区（阴影区域）；4-加密区箍筋

4 预制混凝土框架节点的承载力和延性不宜低于现浇节点，且承载力不应低于相邻的梁端和柱端承载力；

5 应控制由于温度梯度差引起的开裂。

【条文说明】：采用较大直径钢筋及较大的柱截面，可减少钢筋根数，增大间距，便于柱钢筋连接及节点区钢筋布置。套筒连接区域柱截面刚度及承载力较大，柱的塑性铰区可能会上移到套筒连接区域以上，因此至少应将套筒连接区域以上 500mm 高度区域内将柱箍筋加密。

要求节点承载力应大于相邻梁，柱端的承载力主要是为了保护节点核心区。这是因为节点核心区破坏属于剪切破坏，一旦核心区破坏，节点刚度和承载力将突然降低，会导致结构变形明显增大，而且很难修复。

8.6.6 采用预制柱及叠合梁的装配整体式框架中，柱底接缝宜设置在楼面标高处（图 8.6.6），并应符合下列规定：

1 现浇节点区混凝土上表面应设置粗糙面；

2 柱纵向受力钢筋应贯穿现浇节点区；

3 柱底接缝厚度宜为 20mm，并应采用灌浆料填实。

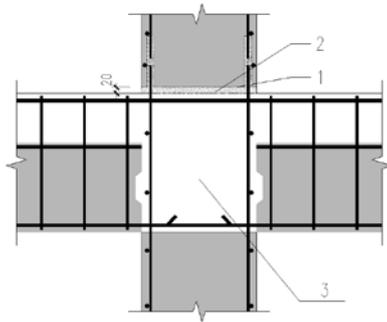


图 8.6.6 预制柱底接缝构造示意

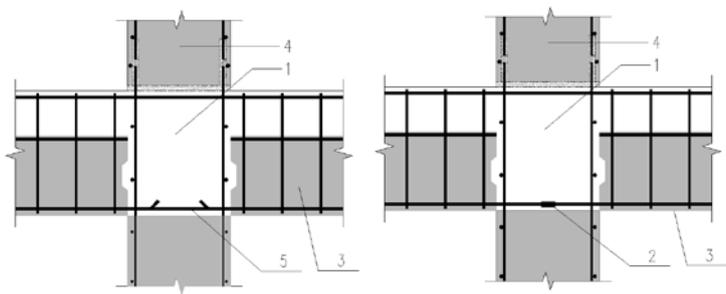
1-现浇节点区混凝土上表面粗糙面；2-接缝灌浆区；3-现浇区

【条文说明】：钢筋采用套筒灌浆连接时，柱底接缝灌浆与套筒灌浆可同时进行，采用同样的灌浆料一次完成。预制柱底部应有键槽，且键槽的形式应考虑到灌浆填缝时气体排出的问题，应采取可靠且经过实践检验的施工方法，保证柱底接缝灌浆的密实性。现浇节点上表面设置粗糙面，增加与灌浆层的粘结力及摩擦系数。

8.6.7 梁、柱纵向钢筋在现浇节点区内采用直线锚固、弯折锚固或机械锚固的方式时，其锚固长度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 中的有关规定；当梁、柱纵向钢筋采用锚固板时，应符合现行行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256 中的有关规定。

8.6.8 采用预制柱及叠合梁的装配整体式框架节点，梁纵向受力钢筋应伸入现浇节点区内锚固或连接，并应符合下列规定：

1 对框架中间层中节点，节点两侧的梁下部纵向受力钢筋宜锚固在现浇节点区内（图 8.6.8-1a），也可采用机械连接或焊接的方式直接连接（8.6.8-1b）；梁的上部纵向受力钢筋也贯穿现浇节点区；



a 梁下部纵向受力钢筋锚固 b 梁下部纵向受力钢筋连接

图 8.6.8-1 预制柱及叠合梁框架中间层中节点构造示意

1-现浇区；2-梁下部纵向受力钢筋连接；3-预制梁；

4-预制柱；5-梁下部纵向受力钢筋锚固

2 对框架中间层端节点，当柱截面尺寸不满足梁纵向受力钢筋的直线锚固要求时，宜采用锚固板锚固（图 8.6.8-2），也可采取 90° 弯折锚固；

3 对框架顶层中节点，梁纵向受力钢筋的构造应符合本条第 1 款的规定；柱纵向受力钢筋宜采用直线锚固；当梁截面尺寸不满足直线锚固要求时，宜采用锚固板锚固（图 8.6.8-3）。

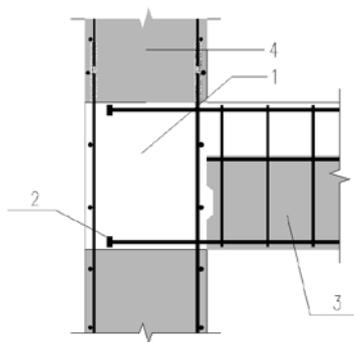
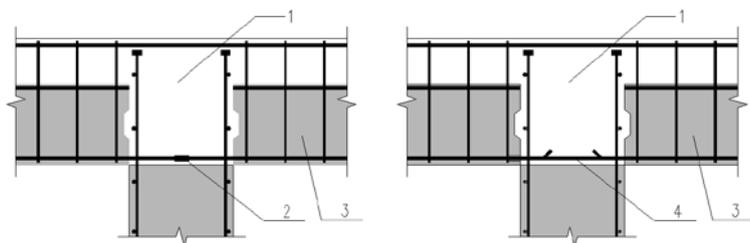


图 8.6.8-2 预制柱及叠合梁框架中间层端节点构造示意

1-现浇区；2-梁纵向受力钢筋锚固；3-预制梁；3-预制柱



a 梁下部纵向受力钢筋连接 b 梁下部纵向受力钢筋锚固

图 8.6.8-3 预制柱及叠合梁框架顶层中节点构造示意

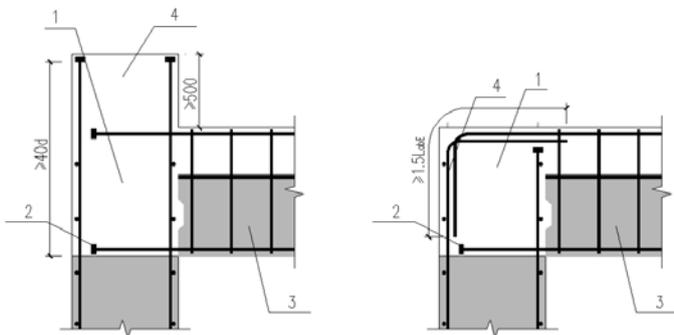
1-现浇区；2-梁下部纵向受力钢筋连接；

3-预制梁；4-梁下部纵向受力钢筋锚固

4 对框架顶层端节点，梁下部纵向受力钢筋应锚固在现浇节点区内，且宜采用锚固板的锚固方式；梁、柱其它纵向受力钢筋的锚固应符合下列规定：

(1) 柱宜伸出屋面并将柱纵向受力钢筋锚固在伸出段内（图 8.6.8-4a），伸出段长度不宜小于 500mm，伸出段内箍筋间距不应大于 $5d$ （ d 为柱纵向受力钢筋直径），且不应大于 100mm；柱纵向钢筋宜采用锚固板锚固，锚固长度不应小于 $40d$ ，梁上部纵向受力钢筋宜采用锚固板锚固；

(2) 柱外侧纵向受力钢筋也可与梁上部纵向受力钢筋在现浇节点区搭接（图 8.6.8-4b），其构造要求应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 中的规定；柱内侧纵向受力钢筋宜采用锚固板锚固。



a 柱向上伸长 b 梁柱外侧钢筋搭接

图 8.6.8-4 预制柱及叠合梁框架顶层端节点构造示意

1-现浇区；2-梁下部纵向受力钢筋锚固；3-预制梁；

4-柱延伸段；5-梁柱外侧钢筋搭接

8.6.7、8.6.8【条文说明】：在预制柱叠合梁框架节点中，梁钢筋在节点中锚固及连接方式是决定施工可行性以及节点受力性能的关键。梁、柱构件尽量采用较粗直径、较大间距的钢筋布置方式，节点区的主梁钢筋较少，有利于节点的装配施工，保证施工质量。设计过程中，应充分考虑到施工装配的可行性，合理确定梁、柱截面尺寸及钢筋的数量、间距及位置等。在中间节点中，两侧梁的钢筋在节点区内锚固时，位置可能冲突，可采用弯折避让的方式，弯折角度不宜大于1:6。

8.6.9 采用预制柱及叠合梁的装配整体式框架节点，梁下部纵向受力钢筋也可伸至节点区外的现浇段内连接（图 8.6.9），连接接头与节点区的距离不应小于 $1.5h_0$ （ h_0 为梁截面有效高度）。

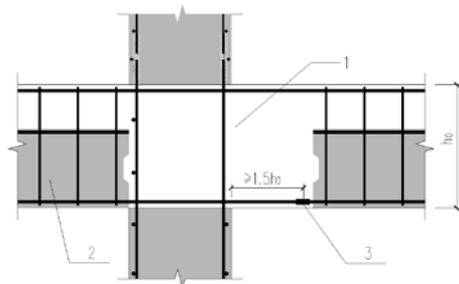


图 8.6.9 梁纵向钢筋在节点区外的现浇段内连接示意

1-现浇段；2-预制梁；3-纵向受力钢筋连接；

【条文说明】：在预制柱叠合梁框架节点中，如柱截面较小，梁下部纵向钢筋在节点区内连接较困难时，可在节点区外设置现浇梁段，并在现浇段内连接梁纵向钢筋。为保证梁端塑性铰区的性能，钢筋连接部位距离梁端需要超过 1.5 倍梁高。

8.6.10 现浇柱与叠合梁组成的框架节点中，梁纵向受力钢筋的连接与锚固应符合本规程第 8.6.7~8.6.9 条的规定。

【条文说明】：当采用现浇柱与叠合梁组成的框架时，节点做法与预制柱、叠合梁的节点做法相似，节点区混凝土应与梁板现浇混凝土同时浇筑，柱内受力钢筋的连接方式与常规的现浇混凝土结构相同。柱的钢筋布置灵活，对加工精度及施工的要求略低。同济大学等单位完成的低周反复荷载试验研究表明，该形式节点均具有良好的抗震性能，与现浇节点基本等同。

8.7 预制剪力墙

8.7.1 在满足本规范规定的构造措施情况下，预制剪力墙的截面配筋设计、构造措施均与现浇混凝土剪力墙相同，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《建筑抗震设计规范》GB 50011 的相关规定执行。

【条文说明】：预制剪力墙在满足本规范规定的构造措施情况下，

其受力性能与现浇混凝土构件相同，其截面配筋设计、构造措施也现浇混凝土构件相同，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》（GB50010）和《建筑抗震设计规范》（GB 50011）的有关规定执行。预制剪力墙构件结合面的承载力验算应符合本规范的有关规定。

8.7.2 剪力墙平面布置宜简单、规则。门窗洞口宜上下对齐、成列布置。预制剪力墙板宜采用一字形，也可采用 L 形、T 形、U 形；预制剪力墙板洞口宜居中布置，洞口两侧的预制墙肢宽度不宜小于 200mm，洞口上方连梁高度不宜小于 250mm。

【条文说明】：可结合建筑功能和结构平立面布置的要求，根据构件的生产、运输和安装能力，确定预制构件的形状和大小。

8.7.3 预制剪力墙板的连梁不宜开洞。当必须开洞时，洞口位置宜布置在跨中及截面高度的中间三分之一范围内，洞口上、下的截面有效高度不宜小于 200mm，孔洞宜设钢套管加强，且箍筋宜适当加密，并验算洞口处截面受弯、受剪承载力。

【条文说明】：预制墙板连梁一般做成叠合梁，预制部分梁高较小，如果连梁上开洞，应考虑墙板吊装等因素进行补强计算。

8.7.4 预制剪力墙板开有较小（高和宽均小于 800mm）的洞口时，应沿洞口周边增设补强钢筋，补强钢筋的截面面积应不小于被洞口截断的钢筋面积，或每边不小于 $2\Phi 12$ 。补强钢筋自孔边伸入墙内的长度不应小于 l_a 或 l_{aE} （图 8.7.4）。

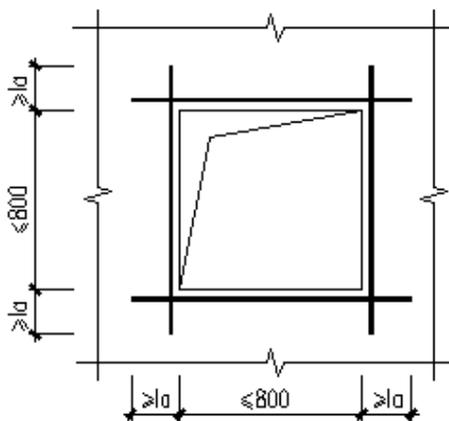


图 8.7.4 墙板洞口构造配筋

1-洞口构造钢筋

8.7.5 当采用套筒灌浆连接时，自套筒底部至套筒顶部并向上延伸 300mm 范围内，预制剪力墙的水平分布筋应加密（图 8.7.5），加密区水平分布筋的最大间距及最小直径应符合表 8.7.5 的规定，套筒上端第一道水平分布钢筋距离套筒顶部不应大于 50mm。

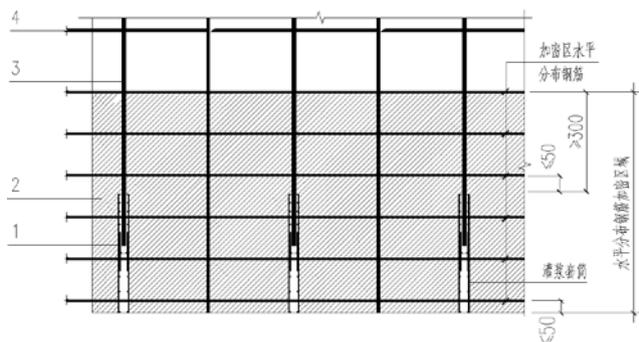


图 8.7.5 竖向钢筋连接区域加密水平钢筋构造

1-灌浆套筒；2-水平分布钢筋加密区域（阴影区域）；3-竖向钢筋；4-水平分布钢筋

表 8.7.5 加密区水平分布钢筋的要求

抗震等级	最大间距 (mm)	最小直径 (mm)
一、二级	100	8
三、四级	150	8

【条文说明】: 万科企业股份有限公司及清华大学的试验研究结果表明, 剪力墙底部竖向钢筋连接区域, 裂缝较多且较为集中, 因此, 对该区域的水平分布筋应加强, 以提高墙板的抗剪能力和变形能力, 并使该区域的塑性铰可以充分发展, 提高墙板的抗震性能。

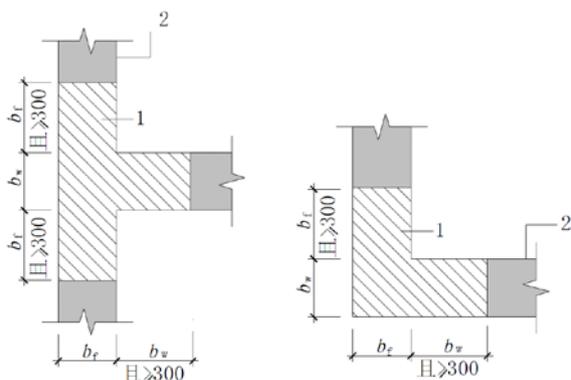
8.7.6 端部无边缘构件的预制剪力墙, 宜在端部配置 2 根直径不小于 12mm 的竖向构造钢筋; 沿该钢筋竖向应配置拉筋, 拉筋直径不宜小于 6mm、间距不宜大于 250mm。

【条文说明】: 对预制墙板边缘配筋应适应加强, 形成边框, 保证墙板在形成整体结构之前的刚度、延性及承载力。

8.7.7 墙面埋设的连接用预埋件锚板宜凹入板面 10mm~15mm。连接件焊接后应进行清理、防锈防腐和增糙处理, 并用水泥砂浆抹平。

8.7.8 楼层内相邻预制剪力墙板之间应采用整体式接缝连接, 且应符合下列规定:

1 当接缝位于纵横墙交接处的约束边缘构件时, 约束边缘构件的阴影区域 (图 8.7.8-1) 宜全部采用现浇混凝土, 并应在现浇段内设置封闭箍筋。

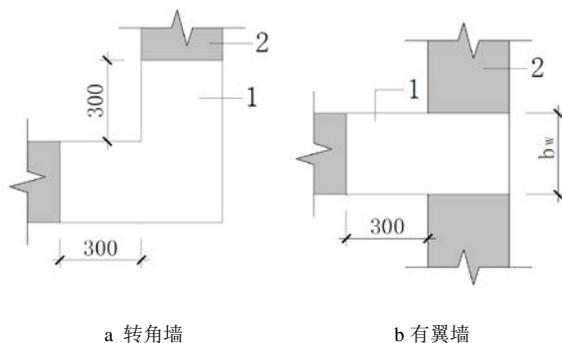


a 有翼墙 b 转角墙 (L形墙)

图 8.7.8-1 约束边缘构件阴影区域现浇

1-现浇段; 2-预制墙板

2 当接缝位于纵横墙交接处的构造边缘构件区域时, 构造边缘构件宜全部采用现浇混凝土 (图 8.7.8-2); 当仅在一面墙上设置现浇段时, 现浇段的长度不宜小于 300mm (图 8.7.8-3)。



a 转角墙

b 有翼墙

图 8.7.8-2 构造边缘构件

1-现浇段; 2-预制墙板

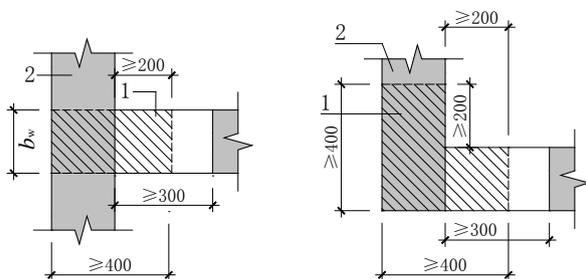


图 8.7.8-3 构造边缘构件阴影区域局部现浇

1-现浇段；2-预制墙板

3 边缘构件内的配筋及构造要求应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定；预制剪力墙的水平分布钢筋在现浇段内的锚固、连接应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

4 非边缘构件位置，相邻预制剪力墙之间应设置现浇段，现浇段的宽度不应小于墙厚且不宜小于 200mm（图 8.7.8-4）；现浇段内应设置不少于 4 根竖向钢筋，钢筋直径不应小于墙体竖向分布筋直径且不应小于 8mm；两侧墙体的水平分布筋在现浇段内的锚固、连接应符合现行国家标准。

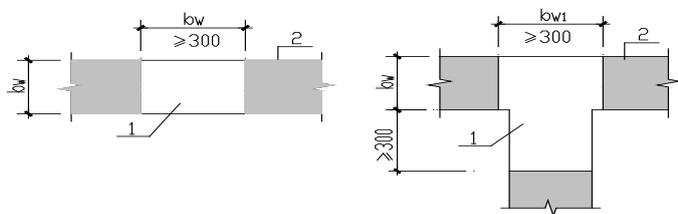


图 8.7.8-4 相邻预制剪力墙板现浇拼缝

1-现浇段；2-预制墙板

【条文说明】：确定剪力墙竖向接缝位置的主要原则是便于标准化生产、吊装、运输和就位，并尽量避免接缝对结构整体性能产生不良影响。

对于约束边缘构件，位于墙肢端部的通常与墙板一起预制；

纵横墙交接部位一般存在接缝，接缝宜全部现浇，纵向钢筋主要配置在现浇段内，且在现浇段内应配置封闭箍筋及拉筋，预制墙板中的水平分布筋在现浇段内锚固，预制的约束边缘构件的配筋构造要求与现浇结构一致。

墙肢端部的构造边缘构件通常全部预制；当采用L形、T形或者U形墙板时，拐角处的构造边缘构件也可全部在预制剪力墙中。当采用一字形构件时，纵横墙交接处的构造边缘构件可全部现浇；为了满足构件的设计要求或施工方便也可部分现浇部分预制。当构造边缘构件部分现浇部分预制时，需要合理布置预制构件及现浇段中的钢筋，使边缘构件内形成封闭箍筋。非边缘构件区域，剪力墙拼接位置，剪力墙水平钢筋在现浇段内可采用锚环的形式锚固，两侧伸出的锚环宜相互搭接。

8.7.9 上、下层预制墙板接缝宜设置在楼面标高处并设置水平现浇带（图 8.7.9），并应符合下列规定：

- 1 水平现浇带宽度应取剪力墙的厚度，高度不应小于楼板厚度；水平现浇带应与现浇或者预制叠合楼盖浇筑成整体；
- 2 水平现浇带内应配置不少于 2 根连续纵向钢筋，其直径不宜小于 12mm。

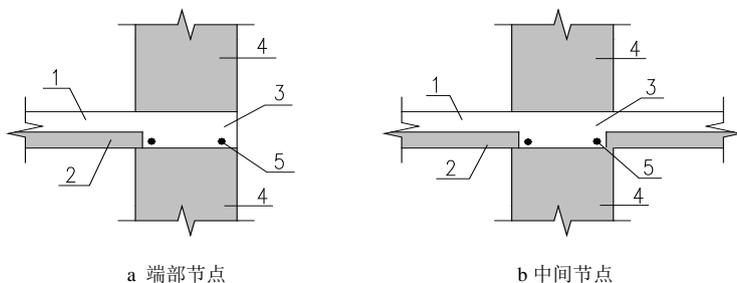


图 8.7.9 水平现浇带构造示意

- 1-现浇混凝土叠合层；2-预制板；3-水平后浇带；
4-预制墙板；5-纵向钢筋

【条文说明】：在不设置圈梁的楼面处，水平后浇带及在其内设置的纵向钢筋也可起到保证结构整体性和稳定性、连接楼盖结构与

预制剪力墙的作用。

8.7.10 屋面、立面收进的楼层，应在剪力墙顶部设置现浇钢筋混凝土圈梁（图 7.5.6），并应符合下列规定：

1 圈梁截面宽度不应小于剪力墙的厚度，截面高度不宜小于楼板厚度及 250mm 的较大值。圈梁应与现浇或者预制叠合楼盖或屋盖浇筑成整体。

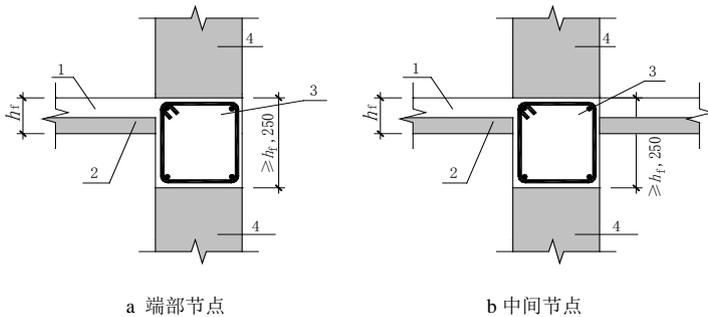


图 8.7.9 现浇钢筋混凝土圈梁

1-叠合板现浇层；2-预制楼板；3-现浇圈梁；4-预制墙板

2 圈梁内配置的纵向钢筋不应少于 $4\Phi 12$ ，且按全截面计算的配筋率不应小于 0.5% 和水平分布筋配筋率的较大值，纵向钢筋竖向间距不应大于 200mm；箍筋间距不应大于 200mm，且直径不应小于 8mm。

【条文说明】：封闭连续的后浇钢筋混凝土圈梁是保证结构整体性和稳定性，连接楼盖结构与预制剪力墙的关键构件，应在楼层收进及屋面处设置。

8.7.11 预制剪力墙板洞口上方的预制连梁宜与现浇圈梁或水平现浇带形成叠合连梁（图 7.5.7）；叠合连梁的配筋及构造要求除满足现浇连梁的要求以外，还应满足本规程 8.5 节的要求。刀把墙连梁预制部分在顶部应增设纵筋，并验算吊装、运输过程的承载力和裂缝宽度。

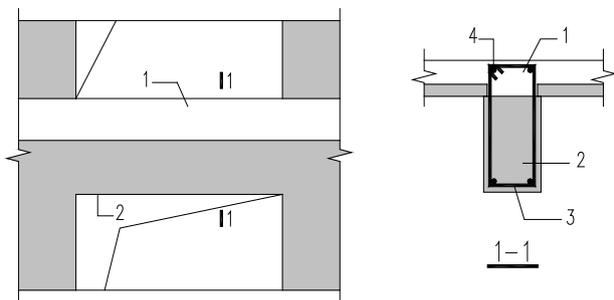


图 8.7.11-1 带洞口墙板叠合连梁构造

1-现浇圈梁或现浇带；2-预制连梁；3-箍筋；4-纵筋

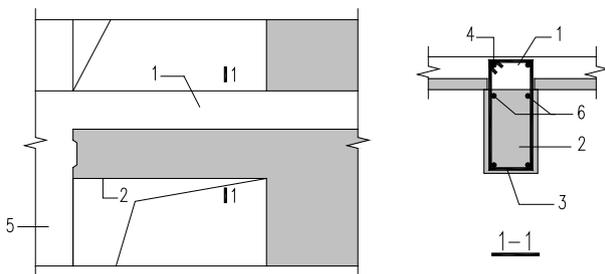


图 8.7.11-2 “刀把墙”叠合连梁构造

1-现浇圈梁或现浇带；2-预制连梁；3-箍筋；4-纵筋；

5-现浇边缘构件；6-增设纵筋

【条文说明】：本条对带洞口预制墙板与“刀把墙”的预制连梁与现浇圈梁或水平现浇带组成的叠合连梁的构造进行了说明。当连梁剪跨比较小需要设置斜向钢筋时，一般采用全现浇连梁。

8.7.12 当预制墙板有洞口时，宜将洞口下墙作为单独的连梁进行设计（图 8.7.12）。

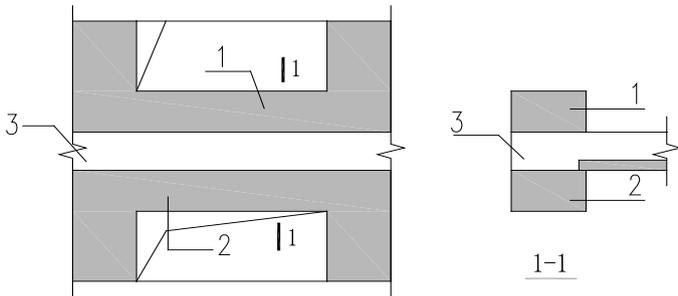


图 8.7.12 洞口下墙与叠合连梁的关系

1-洞口下墙；2-预制连梁；3-现浇圈梁（现浇带）

【条文说明】：洞口下墙的构造有三种做法：

- 1 预制连梁向上伸出竖向钢筋并与洞口下墙内的竖向钢筋连接，洞口下墙、现浇圈梁与预制连梁形成一根叠合连梁。该做法施工比较复杂，而且洞口下墙与下方的现浇圈梁、预制连梁组合在一起形成的叠合构件受力性能没有经过试验验证，受力和变形特征不明确，纵筋和箍筋的配筋也不好确定。不建议采用此做法。
- 2 预制连梁与现浇圈梁形成叠合连梁；洞口下墙与下方的现浇圈梁之间连接少量的竖向钢筋，以防止接缝开裂并抵抗必要的面外荷载。洞口下墙内设置纵筋和箍筋，作为单独的连梁进行设计。建议采用此种做法。
- 3 将洞口下墙采用轻质填充墙处理时，计算中仅作为荷载，洞口下墙与下方的预制连梁之间不连接，墙内设置构造钢筋。当计算不需要窗下墙是可采用此种做法。

当窗下墙需要抵抗面外的弯矩时，如位于飘窗外侧的窗下墙，需要将窗下墙内的纵向钢筋与下方的现浇楼板或预制墙内的钢筋有效连接、锚固；或将窗下墙内纵筋锚固在下方的现浇区域内。在实际工程中窗下墙的高度往往不大，当采用浆锚间接连接时，要确保必要的锚固长度。

8.7.13 上层预制剪力墙板与下层楼面之间的接缝宜采用灌浆料填充，接缝高度宜为 20mm；接缝材料抗压强度应比预制剪力墙混

凝土强度等级值大 10MPa，且不应小于 40MPa；接缝处现浇混凝土上表面应设置粗糙面。

【条文说明】：预制剪力墙竖向钢筋一般采用套筒灌浆或浆锚搭接连接，在灌浆时宜采用灌浆料将墙底水平接缝同时灌满。灌浆料强度较高且流动性好，有利于保证接缝承载力。灌浆时，预制剪力墙构件下表面与楼面之间的缝隙周围可采用封边砂浆进行封堵和分仓，以保证水平接缝中灌浆料填充饱满。

8.7.14 上、下层相邻预制剪力墙的竖向钢筋采用灌浆套筒连接时，应符合下列规定：

- 1 边缘构件区域，钢筋应逐根连接。
- 2 预制剪力墙的竖向分布钢筋，当仅部分连接时（图 8.7.14），被连接的同侧钢筋间距不应大于 600mm，且在剪力墙构件承载力设计和分布钢筋配筋率计算中不得计入不连接的分布钢筋；不连接的竖向分布钢筋直径不应小于 6mm。
- 3 一级抗震等级剪力墙及二、三级抗震等级底部加强部位，剪力墙的边缘构件竖向钢筋宜采用套筒灌浆连接。
- 4 套筒混凝土保护层厚度不宜小于 25mm；套筒之间的净距不应小于 25mm，且不应小于混凝土粗骨料的最大粒径。

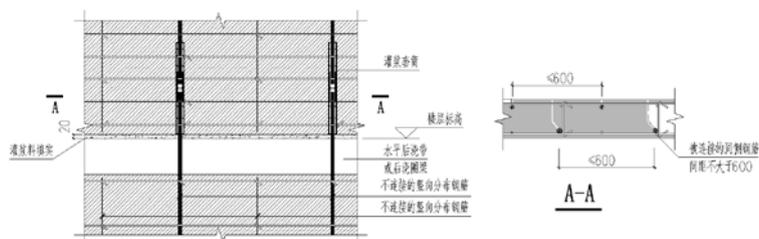


图 8.7.14 预制剪力墙竖向分布钢筋连接构造示意

【条文说明】：灌浆套筒连接方式在日本、欧美等国家已经有长期、大量的实践经验，国内也已有充分的实验研究和相关的规程，可以用于剪力墙竖向钢筋的连接，且最好用于较粗、间距较大的钢筋连接。边缘构件是保证剪力墙抗震性能的重要构件，且钢筋较粗，每根钢筋应各自连接。剪力墙的分布钢筋直径小且数量多，

全部连接会导致施工繁琐且造价较高，连接接头数量太多对剪力墙的抗震性能也有不利影响。根据有关单位的研究成果，可在预制剪力墙中设置部分较粗的分布钢筋并在接缝处仅连接这部分钢筋，被连接钢筋的数量应满足剪力墙的配筋率和受力要求；为了满足分布钢筋最大间距的要求，在预制剪力墙中再设置一部分较小直径的竖向分布钢筋，但其最小直径也应满足有关规范的要求。

8.7.15 上、下层相邻预制剪力墙板纵向钢筋的约束浆锚搭接连接应符合下列规定：

1 边缘构件的纵筋应逐根连接；

2 应采用配置约束螺旋箍筋的形式（图 8.7.15），并应满足下列要求：

（1）受拉钢筋的搭接长度不应小于 l_a 且不应小于 300mm， l_a 为受拉钢筋的锚固长度，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 计算，抗震设计时 l_a 取 l_{aE} 。当充分利用钢筋的抗压强度时，锚固长度不应小于相应受拉锚固长度的 70%。

（2）当受拉钢筋的搭接长度取 l_a 或 l_{aE} 时，约束螺旋箍筋按表 8.7.15 中规定配置，螺旋箍筋环内径 D_{cor} 不应小于表 8.7.15 的要求。

表 8.7.15 约束螺旋箍筋表

竖向钢筋直径 (mm)	8	10	12	14	16	18	20
约束螺旋箍筋	Φ4@80	Φ4@70	Φ4@60	Φ4@50	Φ4@40	Φ6@60	Φ6@50
D_{cor} (mm)	35	40	45	50	55	60	65

注：查表时纵向钢筋直径取搭接钢筋中直径较大者。

表中 Φ4@80 指箍筋直径为 4mm，螺距为 50mm。

（3）螺旋箍筋到构件边缘的净距不应小于 15mm，螺旋箍筋之间的净距不宜小于 50mm；螺旋箍筋的混凝土保护层厚度应满足设计要求。

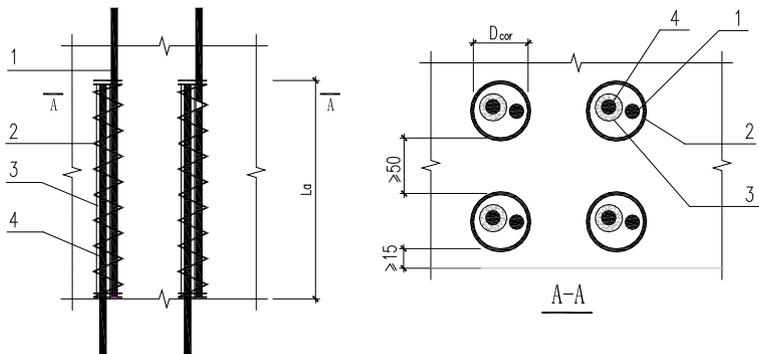


图 8.7.15 配置螺旋约束箍筋的浆锚钢筋搭接连接

1-纵筋；2-约束螺旋箍筋；3-孔道内灌浆；4-连接纵筋

3 上、下层相邻预制剪力墙的竖向分布钢筋可采用约束浆锚搭接连接，当全部连接时，同侧钢筋间距不应大于 300mm；当部分连接时，同侧钢筋间距不应大于 600mm，且在剪力墙构件承载力设计和分布钢筋配筋率计算中不得计入不连接的分布钢筋；不连接的竖向分布钢筋直径不应小于 6mm。

【条文说明】浆锚搭接连接的方式在国内有一定的研究成果和实践经验，适合用于剪力墙水平接缝处竖向分布钢筋的连接，施工方便，造价较低。但浆锚搭接连接用于较粗的钢筋时，连接长度较大，对墙体的破坏模式有一定影响。因此，在抗震性能比较重要且钢筋直径较大的剪力墙边缘构件中不宜使用。在实践中可将灌浆套筒连接与浆锚搭接连接相结合，在边缘构件的较粗钢筋中采用灌浆套筒连接，对竖向分布钢筋采用浆锚搭接连接。

浆锚搭接连接根据成孔方式及孔洞形式的不同，浆锚搭接连接有多种方式。哈尔滨工业大学和黑龙江宇辉新型建筑材料有限公司对配置螺旋箍筋的约束浆锚搭接连接进行了系统的试验研究并申请了专利(专利名称：插入式预留孔灌浆钢筋搭接连接构件，专利号:ZL 2008 2 0090150.6)。试验结果表明，配置了适量的螺旋箍筋以后，浆锚搭接连接的性能较好，可满足剪力墙等竖向构件中钢

筋连接的要求。根据研究结果，当配置了足够的螺旋箍筋以后，钢筋的搭接长度可取 l_a 或 l_{aE} 长度。因此，设计中规定搭接长度可取钢筋锚固长度，并给出与钢筋直径配套的螺旋箍筋配置量。当采用其他形式的浆锚搭接连接时，应有充足的试验依据及相关论证。

8.7.16 预制混凝土剪力墙墙肢内的竖向结合面处，应按下列公式进行抗剪验算：

1 预制混凝土剪力墙墙肢内的竖向结合面处剪力设计值 V_j 按下式计算：

$$V_j = 1.5 \frac{h}{b} V_i \quad (8.7.16-1)$$

式中： V_i —墙肢水平剪力设计值；

h —预制墙肢层高；

b —墙肢宽度。

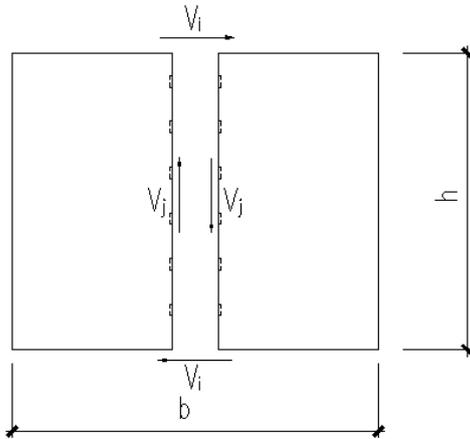


图 8.7.17 墙肢竖缝剪力计算

2 预制混凝土剪力墙墙肢内竖向结合面处抗剪承载力可按下式计算：

非抗震设计

$$V_j \leq \zeta_c n_c A_c f_t + 0.5 \sum f_y A_s \quad (8.7.16-2)$$

抗震设计

$$V_j \leq (\zeta_c n_c A_c f_t + 0.5 \sum f_y A_s) / \gamma_{RE} \quad (8.7.16-3)$$

式中:

V_j —墙肢竖缝结合面剪力设计值,按(8.7.16-1)计算;

n_c —抗剪连接齿槽个数;

A_c —单个抗剪连接齿槽抗剪面积;

f_t —混凝土轴心抗拉强度设计值;

ζ_c —抗剪连接齿槽共同工作系数, $\zeta_c = 1 - 0.1 n_c$, $\zeta_c \leq 0.5$;

A_s —穿过剪力墙竖向结合面的水平钢筋截面面积;

f_y —穿过剪力墙竖向结合面的水平钢筋抗拉强度设计值;

γ_{RE} —抗震调整系数, $\gamma_{RE} = 0.85$;

8.7.17 预制剪力墙板底部水平接缝处,预制剪力墙板的水平正截面受压、受拉承载力,可按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的相应规定计算,其中接缝处混凝土抗压强度,应取实际参与工作的构件和后浇混凝土抗压强度的较低值。

8.7.18 预制剪力墙板底部水平接缝处,预制剪力墙板的水平截面受剪承载力应按下列公式进行计算:

$$V_{uE} = 0.6 f_y A_{sd} + 0.8N \quad (8.7.18)$$

式中: V_{uE} ——预制剪力墙板水平接缝处的剪力设计值;

f_y ——垂直穿过结合面的钢筋抗拉强度设计值;

A_{sd} ——垂直穿过结合面的抗剪钢筋面积;

N ——与剪力设计值 V 相应的垂直于结合面的轴向力设计值,压力时取正,拉力时取负;当大于 $0.6 f_c b h_0$ 时,取为 $0.6 f_c b h_0$ 。

【条文说明】: 在参考了我国规范《混凝土结构设计规范》、《高层建筑混凝土结构技术规程》、国外规范(如美国规范 ACI 318-08、欧洲规范 EN 1992-1-1: 2004、美国 PCI 手册(第七版)等)并

对大量试验数据进行分析的基础上，本规程给出了剪力墙水平接缝受剪承载力设计值的计算公式，公式与《高层建筑混凝土结构技术规程》中水平施工缝的抗剪验算公式相同，主要采用剪摩擦的原理，考虑了钢筋和轴力的共同作用。可靠度分析表明，本规程计算公式的可靠指标满足国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068 的要求。

进行预制剪力墙底部水平接缝受剪承载力计算时，计算单元的选取分以下三种情况：

- 1 不开洞或者开小洞口整体墙，作为一个计算单元；
- 2 小开口整体墙可作为一个计算单元，各墙肢联合抗剪；
- 3 开口较大的双肢及多肢墙，各墙肢作为单独的计算单元。

8.8 预制楼梯

8.8.1 预制楼梯等受弯构件承载力极限状态计算和正常使用极限状态验算应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定。

8.8.2 预制装配楼梯板宜为整体预制构件。

【条文说明】：楼梯板一般为斜板，现场不易叠合浇筑，一般为整体预制构件。

8.8.3 预制装配楼梯板的厚度不宜小于 120mm。与主体结构铰接连接的一端应预留伸出钢筋，预留伸出钢筋锚入支座长度，上部钢筋不应小于 l_a ，有抗震要求时不应小于 l_{aE} ，下部钢筋不应小于 $20d$ 。

【条文说明】：考虑制作、脱模、运输、吊装、安装等因素，楼梯板不宜太薄，厚度不宜小于 120mm，地震作用下应保证楼梯与主体结构的可靠连接，楼梯板的面筋锚固长度取为 l_{aE} 。

8.8.4 两端简支的板式预制楼梯的梯段板宜配置通长的上部钢筋，其配筋率不应小于 0.15%。分布钢筋直径不宜小于 8mm，间距不

宜大于 250mm，下部钢筋应按计算确定。与梁、墙固结后宜考虑上部弯矩的影响。

【条文说明】：预制楼梯两端通常为简支，按简支构件计算截面下部钢筋，但为了保证吊装、运输和安装过程中的构件截面承载力及控制裂缝宽度，对其上部构造钢筋的最小配筋进行规定。

8.8.5 预制楼梯与支承构件之间宜采用简支连接，采用简支连接时，应符合下列规定：

1 预制楼梯两端宜分别作为固定铰和滑动铰，并应留出足够的位移间隙。

2 预制楼梯端部应采取防止滑落的构造措施，且在支承构件上的搁置长度应不小于表 8.8.5 中的要求。

表 8.8.5 楼梯在支撑构件上的最小搁置长度

设防烈度	≤6	7
搁置长度 (mm)	75	75

【条文说明】：当采用简支的预制楼梯时，楼梯间墙宜做成小开口剪力墙。

8.8.6 预制混凝土楼梯应满足设计要求的支承边界条件，楼梯梁、梯段板、平台板钢筋伸入支座长度应满足受力所需的锚固及构造要求，梯梁宜采用倒 T 形叠合梁，梯段和平台板应在梯梁后浇叠合层内锚固，其中上部钢筋锚固长度不应小于 l_a ，有抗震要求时不应小于 l_{aE} 。下部钢筋锚固长度不应小于 20d，搭接部位纵向受力钢筋宜采用焊接方式连接。

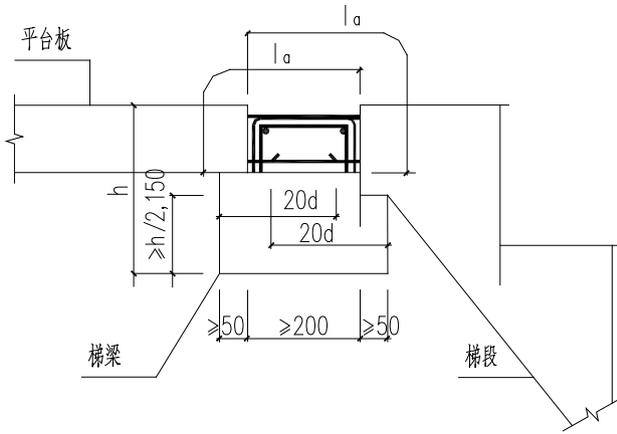


图 8.5.7 楼梯钢筋连接构造

9 外挂墙板设计

9.1 一般规定

9.1.1 外挂墙板应按围护结构进行设计。其与主体结构的连接构造应具有足够的承载力、刚度和适应主体结构的变位能力；在重力荷载、风荷载、地震作用、温度作用等不利组合及主体结构变形影响下，应具有安全性。

9.1.2 对外挂墙板和连接节点进行承载力验算时，其结构重要性系数 γ_0 应取不小于1.0，连接节点承载力抗震调整系数 γ_{RE} 应取1.0。

9.1.3 外挂墙板之间的接缝应满足力学、耐候、耐久、环保、隔声和防火性能；应同时采用材料防水和构造防水的方式，保证接缝的防水、防潮性能。采用材料防水时，防水材料应具有一定的弹性。接缝宽度应满足主体结构的层间位移、密封材料的变形能力、施工误差、温差引起变形等要求，且不应小于15mm。

9.1.4 外挂墙挂板与主体结构的宜采用柔性连接，连接节点应具有足够的承载力和适应主体结构的变形的能力，并应采取可靠的防腐、防锈和防火措施。

【条文说明】：目前，美国、日本和我国的台湾地区，外挂墙板与主体结构连接节点主要采用柔性连接的点支承的方式。一边固定的线支承方式在我国部分地区有所应用。鉴于目前我国有关线支承的科研成果还偏少，因此本规程优先推荐了柔性连接的点支承做法。

9.2 外挂墙板和连接设计

9.2.1 外挂墙板及其连接节点处的荷载、作用及荷载组合应符合现行国家行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 第10.2节

的要求。

9.2.2 外挂墙板应根据《混凝土结构设计规范》GB50010 进行承载力极限状态和正常使用极限状态的验算，同时应对墙板在脱模、吊装、运输及安装等过程的各工况进行验算。

9.2.3 外挂墙板挠度限值为 $1/200$ ，裂缝控制等级不小于三级，最大裂缝宽度允许值为 0.2 mm 。

9.2.4 连接节点的设计应满足下列要求：

1 外墙挂板的最大层间位移角，混凝土结构为 $1/200$ ，钢结构为 $1/100$ 。

2 满足吸收外墙挂板施工过程的偏差三维调节要求。

3 具有适应外墙板的极限温度变形能力。

9.2.5 外挂墙板上的预埋铁件、预埋螺栓、预埋螺母、牛腿等受力部件的承载力应根据其受力工况最不利荷载组合设计计算，并适当考虑部件的短期受力变形和长期耐久性的安全性要求。

9.2.6 当预制非承重外挂板与主体结构通过预埋件和连接件、预留锚固钢筋等方式连接时，预埋件或预留锚固钢筋的计算应按《混凝土结构设计规范》GB50010 的有关规定进行。

9.2.7 当预制非承重外墙板与主体结构的连接采用钢材时，节点连接设计应按现行《钢结构设计规范》有关规定计算包括连接件、螺栓、焊缝及定位销等部件的承载能力，同时要考虑连接节点在施工过程中最不利荷载组合条件下的安全性要求。

9.2.8 外挂墙板应满足混凝土耐久性规定的工程设计要求，表面有饰面的外墙板混凝土保护层厚度不应小于 15 mm ；表面没有饰面的清水或装饰外墙应作涂装保护，其混凝土保护层厚度不应小于 20 mm ；对露骨料装饰面，应从最凹处混凝土表面计起，且不应小于 20 mm 。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”。

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指定应按其他标准、规范或有关规定执行时，写法为“应按……执行”或“应符合……的规定（要求）”；非必须按所指定的标准、规范或其他有关规定执行时，写法为“可参照……”。

引用标准名录

广西壮族自治区地方标准

广西装配整体式混凝土建筑结 构与建筑设计规程

DBJxx/xxx-2016

条文说明