



建筑产业现代化系列教材

ZHUANGPEISHI
HUNNINGTU
JIEGOU SHITU YU
SHENHUA SHEJI

装配式混凝土结构 识图与深化设计

肖明和 杨勇 著



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

装配式混凝土结构 识图与深化设计

肖明和 杨 勇 著

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 提 要

本书根据高等院校土建类专业的人才培养目标、教学计划、装配式混凝土结构识图与深化设计课程的教学特点和要求,结合国家大力发展装配式建筑的国家战略及住建部《“十三五”装配式建筑行动方案》等文件精神,并按照国家、省颁布的有关新规范、新标准编写而成。本书共分为6个部分,主要内容包括绪论,预制混凝土外墙板识图与深化设计,预制混凝土内墙板识图与深化设计,桁架钢筋混凝土叠合板识图与深化设计,预制钢筋混凝土板式楼梯识图与深化设计以及预制钢筋混凝土阳台板、空调板和女儿墙识图与深化设计等。

本书可作为高等院校土木工程类相关专业的教学用书,也可作为应用型本科院校、中职、培训机构及土建类工程技术人员的参考用书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

装配式混凝土结构识图与深化设计 / 肖明和, 杨勇著. —北京: 北京理工大学出版社, 2019.7

ISBN 978-7-5682-7325-1

I. ①装… II. ①肖… ②杨… III. ①装配式混凝土结构—识图—高等学校—教材 ②装配式混凝土结构—结构设计—高等学校—教材 IV. ①TU37

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第152720号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 河北鸿祥信彩印刷有限公司

开 本 / 787毫米×1092毫米 1/16

印 张 / 12

字 数 / 260千字

版 次 / 2019年7月第1版 2019年7月第1次印刷

定 价 / 48.00元

责任编辑 / 钟 博

文案编辑 / 钟 博

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

FOREWORD 前言

随着建筑业的转型升级，“产业转型、人才先行”，国家陆续印发了《关于大力发展装配式建筑的指导意见》（国办发〔2016〕71号）、《建筑业发展“十三五”规划》（住建部2016年）和《“十三五”装配式建筑行动方案》（住建部2017年）等文件，文件中提及要加快培养与装配式建筑发展相适应的技术和管理人才，包括行业管理人才、企业领军人才、专业技术人员、经营管理人员和产业工人队伍。因此，为适应建筑教育新形式的需求，编写组深入企业一线，结合企业需求及装配式建筑的发展趋势，重新调整了土木工程和工程造价等专业的人才培养定位，使岗位标准与培养目标、生产过程与教学过程、工作内容与教学项目对接，实现“近距离顶岗、零距离上岗”的培养目标。

本书根据高等院校土木工程类专业的人才培养目标、教学计划、装配式混凝土结构识图与深化设计课程的教学特点和要求，结合国家装配式建筑品牌专业群建设，按照装配式混凝土建筑体系中的主要预制钢筋混凝土构件的识图与深化设计组织教材内容的编写，理论联系实际，突出案例教学，以提高学生的实践能力，具有实用性、系统性和先进性的特色。本书由肖明和、杨勇共同创作完成。根据不同专业需求，本课程建议安排32学时。

本书在编写过程中参考了国内外同类教材和相关的资料，在此一并向原作者表示感谢，并对为本书付出辛勤劳动的编辑同志们表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，教材中难免有不足之处，敬请专家、读者批评指正。联系 E-mail: 1159325168@qq.com。

绪论	1	1.2.4 知识拓展	39
0.1 装配式混凝土结构识图基础知识	1	实例1.3 预制混凝土外墙板深化设计	41
0.1.1 装配式混凝土结构图集适用范围	1	1.3.1 实例分析	41
0.1.2 混凝土结构抗震等级	2	1.3.2 相关知识	42
0.1.3 混凝土保护层最小厚度	3	1.3.3 任务实施	52
0.1.4 钢筋连接、锚固及搭接长度	5	1.3.4 知识拓展	59
0.1.5 受拉钢筋的锚固长度和抗震锚固 长度	6	小结	61
0.1.6 纵向受拉钢筋的搭接长度和抗震 搭接长度	7	习题	62
0.2 装配式混凝土构件深化设计基础 知识	10	任务2 预制混凝土内墙板识图与深化 设计	65
0.2.1 预制混凝土构件设计过程简介	10	实例2.1 无洞口预制混凝土内墙板识图	65
0.2.2 装配式混凝土结构设计技术要点	10	2.1.1 实例分析	65
0.2.3 建筑工程施工图设计深度要求	12	2.1.2 相关知识	69
小结	13	2.1.3 任务实施	70
习题	13	2.1.4 知识拓展	71
任务1 预制混凝土外墙板识图与深化 设计	14	实例2.2 有洞口预制混凝土内墙板识图	72
实例1.1 无洞口预制混凝土外墙板识图	14	2.2.1 实例分析	72
1.1.1 实例分析	14	2.2.2 相关知识	76
1.1.2 相关知识	21	2.2.3 任务实施	76
1.1.3 任务实施	29	2.2.4 知识拓展	78
1.1.4 知识拓展	31	实例2.3 预制混凝土内墙板深化设计	81
实例1.2 有洞口预制混凝土外墙板识图	33	2.3.1 实例分析	81
1.2.1 实例分析	33	2.3.2 相关知识	82
1.2.2 相关知识	37	2.3.3 任务实施	85
1.2.3 任务实施	37	2.3.4 知识拓展	87
		小结	89
		习题	89

C O N T E N T S

任务3 桁架钢筋混凝土叠合板识图与深化设计 92	实例4.2 预制钢筋混凝土剪刀楼梯识图 139
实例3.1 双向桁架钢筋混凝土叠合板识图 92	4.2.1 实例分析 139
3.1.1 实例分析 92	4.2.2 相关知识 139
3.1.2 相关知识 95	4.2.3 任务实施 143
3.1.3 任务实施 99	4.2.4 知识拓展 147
3.1.4 知识拓展 100	实例4.3 预制钢筋混凝土板式楼梯深化设计 150
实例3.2 单向桁架钢筋混凝土叠合板识图 102	4.3.1 实例分析 150
3.2.1 实例分析 102	4.3.2 相关知识 151
3.2.2 相关知识 104	4.3.3 任务实施 153
3.2.3 任务实施 106	小结 154
3.2.4 知识拓展 107	习题 155
实例3.3 桁架钢筋混凝土叠合板深化设计 109	任务5 预制钢筋混凝土阳台板、空调板和女儿墙识图与深化设计 156
3.3.1 实例分析 109	实例5.1 预制钢筋混凝土阳台板、空调板和女儿墙识图 156
3.3.2 相关知识 109	5.1.1 实例分析 156
3.3.3 任务实施 117	5.1.2 相关知识 163
3.3.4 知识拓展 122	5.1.3 任务实施 166
小结 124	5.1.4 知识拓展 168
习题 125	实例5.2 预制钢筋混凝土阳台板、空调板和女儿墙深化设计 173
任务4 预制钢筋混凝土板式楼梯识图与深化设计 126	5.2.1 实例分析 173
实例4.1 预制钢筋混凝土双跑楼梯识图 126	5.2.2 相关知识 173
4.1.1 实例分析 126	5.2.3 任务实施 179
4.1.2 相关知识 129	小结 181
4.1.3 任务实施 131	习题 182
4.1.4 知识拓展 136	参考文献 184

绪 论

0.1 装配式混凝土结构识图基础知识

0.1.1 装配式混凝土结构图集适用范围

装配式混凝土结构标准图集包括《装配式混凝土结构连接节点构造》(15G310—1~2)、《预制混凝土剪力墙外墙板》(15G365—1)、《预制混凝土剪力墙内墙板》(15G365—2)、《桁架钢筋混凝土叠合板(60 mm 厚底板)》(15G366—1)、《预制钢筋混凝土板式楼梯》(15G367—1)、《预制钢筋混凝土阳台板、空调板及女儿墙》(15G368—1)、《装配式混凝土结构表示方法及示例(剪力墙结构)》(15G107—1)、《装配式混凝土结构住宅建筑设计示例(剪力墙结构)》(15J939—1)等,如图 0-1 所示。其适用于非抗震和抗震设防烈度为 6~8 度地区的装配式混凝土剪力墙结构住宅施工图的设计,其他类型建筑可参考使用。其制图规则既是设计者完成装配式混凝土剪力墙结构施工图的依据,也是施工、构件加工、监理人员准确理解装配式混凝土剪力墙结构施工图表示方法的参考。



图 0-1 装配式混凝土结构标准图集示例

0.1.2 混凝土结构抗震等级

装配整体式混凝土结构构件的抗震设计，应根据设防类别、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。丙类建筑装配整体式混凝土结构的抗震等级应按表 0-1 确定。其他抗震设防类别和特殊场地类别下的建筑应符合国家现行标准《建筑抗震设计规范(2016 年版)》(GB 50011—2010)、《装配式混凝土结构技术规程》(JGJ 1—2014)、《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2010)中对抗震措施进行调整的规定。

表 0-1 丙类建筑装配整体式混凝土结构的抗震等级

结构类型		抗震设防烈度							
		6		7			8		
高度/m		≤24	>24	≤24	>24	≤24	>24	≤24	>24
装配整体式 框架结构	框架	四	三	三	二	二	一		
	大跨度框架	三		二			一		
	高度/m	≤60	>60	≤24	>24 且 ≤60	>60	≤24	>24 且 ≤60	>60
装配整体式 框架-现浇 剪力墙结构	框架	四	三	四	三	二	三	二	一
	剪力墙	三		三	二	二	二	一	一
装配整体式 框架-现浇 核心筒结构	框架	三		二			一		
	核心筒	二		二			一		
装配整体式 剪力墙结构	高度/m	≤70	>70	≤24	>24 且 ≤70	>70	≤24	>24 且 ≤70	>70
	剪力墙	四	三	四	三	二	三	二	一
装配整体式 部分框支 剪力墙结构	高度	≤70	>70	≤24	>24 且 ≤70	>70	≤24	>24 且 ≤70	
	现浇框支框架	二	二	二	二	一	一	一	
	底部加强 部位剪力墙	三	二	三	二	一	二	一	
	其他区域剪力墙	四	三	四	三	二	三	二	

注：1. 大跨度框架是指跨度不小于 18 m 的框架。
2. 高度不超过 60 m 的装配整体式框架-现浇核心筒结构按装配整体式框架-现浇剪力墙的要求设计时，应按表中装配整体式框架-现浇剪力墙结构的规定确定其抗震等级。

0.1.3 混凝土保护层最小厚度

为了防止钢筋锈蚀，增强钢筋与混凝土之间的黏结力及钢筋的防火能力，在钢筋混凝土构件中钢筋的外边缘至构件表面应留有一定厚度的混凝土，称为保护层，如图 0-2 所示。

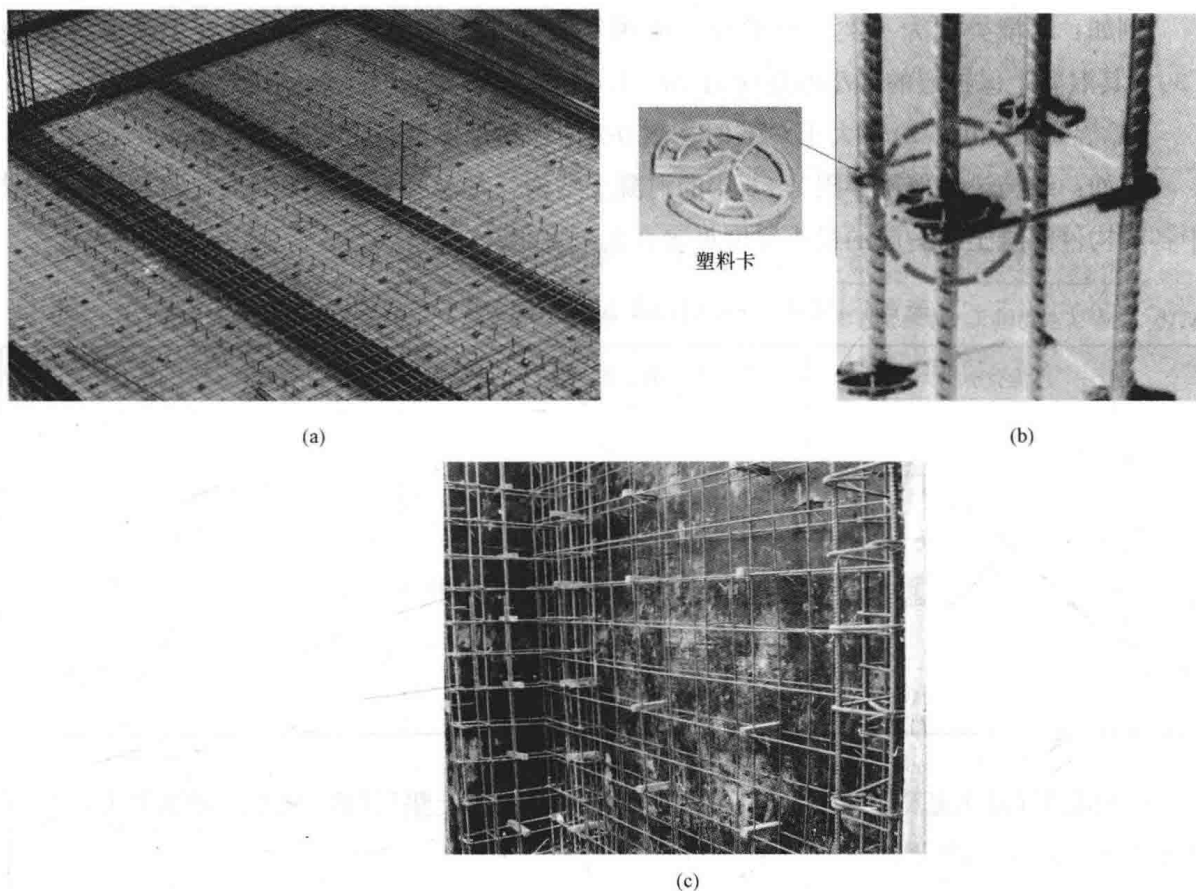


图 0-2 钢筋的保护层

(a)板的钢筋保护层；(b)柱的钢筋保护层；(c)墙的钢筋保护层

影响混凝土保护层厚度的四大因素包括：环境类别、构件类型、混凝土强度等级及结构设计使用年限。不同环境类别的混凝土保护层的最小厚度应符合表 0-2 的规定。

表 0-2 混凝土保护层的最小厚度(混凝土强度等级 \geq C30)

mm

环境类别	板、墙、壳	梁、柱、杆
一	15	20
二 a	20	25
二 b	25	35
三 a	30	40
三 b	40	50

(1)表 0-2 中混凝土保护层厚度指最外层钢筋外边缘至混凝土表面的距离,适用于设计使用年限为 50 年的混凝土结构。

(2)构件中受力钢筋的保护层厚度不应小于钢筋的公称直径。

(3)设计使用年限为 100 年的混凝土结构,一类环境中,最外层钢筋的保护层厚度不应小于表 0-2 中数值的 1.4 倍;二、三类环境中,应采取专门的有效措施。

例如:环境类别为一类,结构设计使用年限为 100 年的框架梁,混凝土强度等级为 C30,其混凝土保护层的最小厚度应为 $20 \times 1.4 = 28(\text{mm})$ 。

(4)混凝土强度等级不大于 C25 时,表 0-2 中保护层厚度数值应增加 5 mm。

例如:结构设计使用年限为 50 年的混凝土结构,其混凝土强度等级均 $\leq C25$,则表 0-2 中各类构件混凝土保护层的最小厚度见表 0-3。

表 0-3 混凝土保护层的最小厚度(混凝土强度等级 $\leq C25$)

mm

环境类别	板、墙、壳	梁、柱、杆
一	20	25
二 a	25	30
二 b	30	40
三 a	35	45
三 b	45	55

(5)钢筋混凝土基础底面钢筋的保护层厚度,有混凝土垫层时应从垫层顶面算起,且不应小于 40 mm,无垫层时不应小于 70 mm。

(6)混凝土结构的环境类别见表 0-4。

表 0-4 混凝土结构的环境类别

环境类别	条件
一	室内干燥环境;无侵蚀性静水浸没环境
二 a	室内潮湿环境; 非严寒和非寒冷地区的露天环境; 非严寒和非寒冷地区与无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境; 严寒和寒冷地区的冰冻线以下与无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境
二 b	干湿交替环境; 水位频繁变动环境; 严寒和寒冷地区的露天环境; 严寒和寒冷地区冰冻线以上与无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境

续表

环境类别	条件
三 a	严寒和寒冷地区冬季水位变动区环境； 受除冰盐影响环境； 海风环境
三 b	盐渍土环境； 受除冰盐作用环境； 海岸环境
四	海水环境
五	受人为或自然的侵蚀性物质影响的环境

注：在实际工程施工图中，如果用到环境类别，则一般由设计单位在施工图中直接标明，无须由施工单位、监理单位等进行判定。

0.1.4 钢筋连接、锚固及搭接长度

参考 16G101 系列图集中的相关规定，受拉钢筋的基本锚固长度 l_{ab} 、抗震基本锚固长度 l_{abE} 分别见表 0-5 和表 0-6。

表 0-5 受拉钢筋的基本锚固长度 l_{ab}

钢筋种类	混凝土强度等级								
	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	$\geq C60$
HPB300	39d	34d	30d	28d	25d	24d	23d	22d	21d
HRB335、HRBF335	38d	33d	29d	27d	25d	23d	22d	21d	21d
HRB400、HRBF400 RRB400	—	40d	35d	32d	29d	28d	27d	26d	25d
HRB500、HRBF500	—	48d	43d	39d	36d	34d	32d	31d	30d

表 0-6 受拉钢筋的抗震基本锚固长度 l_{abE}

钢筋种类		混凝土强度等级								
		C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	$\geq C60$
HPB300	一、二级	45d	39d	35d	32d	29d	28d	26d	25d	24d
	三级	41d	36d	32d	29d	26d	25d	24d	23d	22d
HRB335、 HRBF335	一、二级	44d	38d	33d	31d	29d	26d	25d	24d	24d
	三级	40d	35d	31d	28d	26d	24d	23d	22d	22d

续表

钢筋种类		混凝土强度等级								
		C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	≥C60
HRB400、 HRBF400	一、二级	—	46d	40d	37d	33d	32d	31d	30d	29d
	三级	—	42d	37d	34d	30d	29d	28d	27d	26d
HRB500、 HRBF500	一、二级	—	55d	49d	45d	41d	39d	37d	36d	35d
	三级	—	50d	45d	41d	38d	36d	34d	33d	32d

注：1. 四级抗震时， $l_{abE}=l_{ab}$ 。

2. 当锚固钢筋的保护层厚度不大于 $5d$ 时，锚固钢筋长度范围内应设置横向构造钢筋，其直径不应小于 $d/4$ （ d 为锚固钢筋的最大直径）；对梁、柱等构件间距不应大于 $5d$ ，对板、墙等构件不应大于 $10d$ ，且均不应大于 $100(d$ 为锚固钢筋的最小直径)。

0.1.5 受拉钢筋的锚固长度和抗震锚固长度

参考16G101系列图集集中的相关规定，受拉钢筋的锚固长度 l_a 、抗震锚固长度 l_{aE} 分别见表0-7和表0-8。

表0-7 受拉钢筋的锚固长度 l_a

钢筋种类	混凝土强度等级																	
	C20		C25		C30		C35		C40		C45		C50		C55		≥C60	
	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$		
HPB300	39d	34d	—	30d	—	28d	—	25d	—	24d	—	23d	—	22d	—	21d	—	
HRB335、 HRBF335	38d	33d	—	29d	—	27d	—	25d	—	23d	—	22d	—	21d	—	21d	—	
HRB400、 HRBF400	—	40d	44d	35d	39d	32d	35d	29d	32d	28d	31d	27d	30d	26d	29d	25d	28d	
HRB500、 HRBF500	—	48d	53d	43d	47d	39d	43d	36d	40d	34d	37d	32d	35d	31d	34d	30d	33d	

表0-8 受拉钢筋的抗震锚固长度 l_{aE}

钢筋种类	混凝土强度等级																	
	C20		C25		C30		C35		C40		C45		C50		C55		≥C60	
	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$		
HPB300	45d	39d	—	35d	—	32d	—	29d	—	28d	—	26d	—	25d	—	24d	—	

钢筋种类		混凝土强度等级																	
		C20		C25		C30		C35		C40		C45		C50		C55		≥C60	
		$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$
HPB300	三级	41d	36d	—	32d	—	29d	—	26d	—	25d	—	24d	—	23d	—	22d	—	
HRB335、 HRBF335	一、 二级	44d	38d	—	33d	—	31d	—	29d	—	26d	—	25d	—	24d	—	24d	—	
	三级	40d	35d	—	30d	—	28d	—	26d	—	24d	—	23d	—	22d	—	22d	—	
HRB400、 HRBF400	一、 二级	—	46d	51d	40d	45d	37d	40d	33d	37d	32d	36d	31d	35d	30d	33d	29d	32d	
	三级	—	42d	46d	37d	41d	34d	37d	30d	34d	29d	33d	28d	32d	27d	30d	26d	29d	
HRB500、 HRBF500	一、 二级	—	55d	61d	49d	54d	45d	49d	41d	46d	39d	43d	37d	40d	36d	39d	35d	38d	
	三级	—	50d	56d	45d	49d	41d	45d	38d	42d	36d	39d	34d	37d	33d	36d	32d	35d	

注：1. 当为环氧树脂涂层带肋钢筋时，表中数据还应乘以 1.25。

2. 当纵向受拉钢筋在施工过程中易受扰动时，表中数据还应乘以 1.1。

3. 当锚固区长度范围内纵向受力钢筋周边保护层厚度为 $3d$ 、 $5d$ (d 为锚固钢筋的直径) 时，表中数据可分别乘以 0.8、0.7；中间时按内插值。

4. 当纵向受拉普通钢筋锚固长度修正系数多于 1 项时，可按连乘计算。

5. 四级抗震时， $l_{aE} = l_a$ 。

6. 当锚固钢筋的保护层厚度不大于 $5d$ 时，锚固钢筋长度范围内应设置横向构造钢筋，其直径不应小于 $d/4$ (d 为锚固钢筋的最大直径)；对梁、柱等构件间距不应大于 $5d$ ，对板、墙等构件不应大于 $10d$ ，且均不应大于 100 (d 为锚固钢筋的最小直径)。

7. 受拉钢筋的锚固长度 l_a 、 l_{aE} 的计算值不应小于 200。

0.1.6 纵向受拉钢筋的搭接长度和抗震搭接长度

参考 16G101 系列图集的相关规定，纵向受拉钢筋的搭接长度 l_l 、抗震搭接长度 l_{lE} 分别见表 0-9 和表 0-10。

表 0-9 纵向受拉钢筋的搭接长度 l_l

钢筋种类及 同一区段内搭接 钢筋面积百分率		混凝土强度等级																	
		C20		C25		C30		C35		C40		C45		C50		C55		≥C60	
		$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$
HPB300	≤25%	47d	41d	—	36d	—	34d	—	30d	—	29d	—	28d	—	26d	—	25d	—	

续表

钢筋种类及 同一区段内搭接 钢筋面积百分率		混凝土强度等级																	
		C20		C25		C30		C35		C40		C45		C50		C55		≥C60	
		$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$
HPB300	50%	55d	48d	—	42d	—	39d	—	35d	—	34d	—	32d	—	31d	—	29d	—	
	100%	62d	54d	—	48d	—	45d	—	40d	—	38d	—	37d	—	35d	—	34d	—	
HRB335、 HRBF335	≤25%	46d	40d	—	35d	—	32d	—	30d	—	28d	—	26d	—	25d	—	25d	—	
	50%	53d	46d	—	41d	—	38d	—	35d	—	32d	—	31d	—	29d	—	29d	—	
	100%	61d	53d	—	46d	—	43d	—	40d	—	37d	—	35d	—	34d	—	34d	—	
HRB400、 HRBF400、 RRB400	≤25%	—	48d	53d	42d	47d	38d	42d	35d	38d	34d	37d	32d	36d	31d	35d	30d	34d	
	50%	—	56d	62d	49d	55d	45d	49d	41d	45d	39d	43d	38d	42d	36d	41d	35d	39d	
HRB500、 HRBF500	≤25%	—	58d	64d	52d	56d	47d	52d	43d	48d	41d	44d	38d	42d	37d	41d	36d	40d	
	50%	—	67d	74d	60d	66d	55d	60d	50d	56d	48d	52d	45d	49d	43d	48d	42d	46d	
	100%	—	77d	85d	69d	75d	62d	69d	58d	64d	54d	59d	51d	56d	50d	54d	48d	53d	

- 注：1. 表中数值为纵向受拉钢筋绑扎搭接接头的搭接长度。
2. 当两根不同直径的钢筋搭接时，表中 d 取较细钢筋直径。
3. 当为环氧树脂涂层带肋钢筋时，表中数据还应乘以 1.25。
4. 当纵向受拉钢筋在施工过程中易受扰动时，表中数据还应乘以 1.1。
5. 当搭接长度范围内纵向受力钢筋周边保护层厚度为 $3d$ 、 $5d$ (d 为搭接钢筋的直径) 时，表中数据可分别乘以 0.8、0.7；中间时按内插值。
6. 当上述修正系数多于 1 项时，可按连乘计算。
7. 任何情况下，搭接长度不应小于 300。

表 0-10 纵向受拉钢筋的抗震搭接长度 l_{lE}

钢筋种类及同一 区段内搭接钢筋面积百分率		混凝土强度等级																	
		C20		C25		C30		C35		C40		C45		C50		C55		≥C60	
		$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$
一、二级 抗震等级	HPB300	$\leq 25\%$	47d	—	42d	—	38d	—	34d	—	31d	—	30d	—	29d	—	—	—	—
		50%	55d	—	49d	—	45d	—	39d	—	36d	—	35d	—	34d	—	—	—	—
	HRB335、 HRBF335	$\leq 25\%$	46d	—	40d	—	37d	—	31d	—	30d	—	29d	—	29d	—	—	—	—
		50%	53d	—	46d	—	43d	—	36d	—	35d	—	34d	—	34d	—	—	—	—
	HRB400、 HRBF400	$\leq 25\%$	—	55d	61d	48d	54d	44	48d	43d	40d	44d	38d	37d	42d	40d	36d	35d	38d
		50%	—	64d	71d	56d	63d	52d	56d	46d	46d	52d	45d	43d	49d	46d	42d	41d	45d
HRB500、 HRBF500	$\leq 25\%$	—	66d	73d	59d	65d	54d	59d	49d	49d	55d	47d	43d	48d	47d	43d	42d	46d	
	50%	—	77d	85d	69d	76d	63d	69d	57d	57d	64d	55d	50d	56d	55d	50d	49d	53d	
三级 抗震等级	HPB300	$\leq 25\%$	43d	—	38d	—	35d	—	30d	—	29d	—	28d	—	26d	—	—	—	
		50%	50d	—	45d	—	41d	—	35d	—	34d	—	32d	—	31d	—	—	—	
	HRB335、 HRBF335	$\leq 25\%$	42d	—	36d	—	34d	—	29d	—	28d	—	26d	—	26d	—	—	—	—
		50%	49d	—	42d	—	39d	—	34d	—	32d	—	31d	—	31d	—	—	—	—
	HRB400、 HRBF400	$\leq 25\%$	—	50d	55d	44d	49d	41d	44d	36d	41d	36d	35d	34d	38d	32d	36d	31d	35d
		50%	—	59d	64d	52d	57d	48d	52d	42d	48d	42d	41d	39d	45d	38d	42d	36d	41d
HRB500、 HRBF500	$\leq 25\%$	—	30d	67d	54d	59d	49d	54d	46d	50d	46d	43d	40d	44d	40d	43d	38d	42d	
	50%	—	70d	78d	63d	69d	57d	63d	50d	53d	59d	50d	48d	52d	46d	50d	45d	49d	

注：1. 表中数值为纵向受拉钢筋绑扎搭接接头的搭接长度。

2. 当两根不同直径的钢筋搭接时，表中 d 取较细钢筋直径。

3. 当为环氧树脂涂层带肋钢筋时，表中数据还应乘以 1.25。

4. 当纵向受拉钢筋在施工过程中易受扰动时，表中数据还应乘以 1.1。

5. 四级抗震等级时， $l_{lE} = l_t$ 。

6. 当搭接长度范围内纵向受拉钢筋周边保护层厚度为 $3d$ 、 $5d$ (d 为搭接钢筋的直径) 时，表中数据可分别乘以 0.8、0.7；中间时按内插值。

7. 当上述修正系数多于 1 项时，可按连乘计算。

8. 任何情况下，搭接长度不应小于 300。

0.2 装配式混凝土构件深化设计基础知识

0.2.1 预制混凝土构件设计过程简介

预制构件加工图设计流程：前期技术策划→建筑施工图设计→预制构件深化设计→预制构件模板图→预制构件配筋图→预制构件预埋预留图(水、电预埋件，门窗预埋预留)→预制构件综合加工图→模具设计图。

1. 前期技术策划

前期技术策划对项目的实施起到十分重要的作用，设计单位应充分了解项目定位、建设规模、产业化目标、成本限额、外部条件等影响因素，制订合理的建筑设计方案，提高预制构件的标准化程度，并与建设单位共同确定技术实施方案，为后续的设计工作提供依据。

建筑方案设计应根据技术策划要点，做好平面设计和立面设计。平面设计在保证满足使用功能的基础上，遵循“少规格、多组合”的设计原则，实现功能单元设计的标准化与系列化。立面设计宜考虑构件生产加工的可能性，根据装配式建造方式的特点，实现立面设计的个性化和多样化。

装配式混凝土结构的深化设计是生产前重要的准备工作之一，由于工作量大、图纸多，涉及专业多，一般由建筑设计单位或专业的第三方单位进行预制构件深化设计。建筑设计可采用 BIM 技术，协同完成各专业的设计内容，提高设计精度。预制构件的设计应遵循标准化、模数化原则，尽量减少构件类型，提高构件的标准化程度，降低工程造价。

2. 建筑施工图设计

建筑施工图设计应遵循当地施工条件的要求，结合现行国家设计规范进行设计，达到施工图设计深度，预制构件生产企业应参与施工图图纸会审，并提出相关意见。

3. 预制构件深化设计

在将预制混凝土构件拆分成相互独立的预制构件后，在后期的设计过程中重点考虑构件连接构造、水电管线预埋、门窗与其他埋件的预埋、吊装及施工必需的预埋件、预留孔洞等，同时要考虑方便模具加工和构件生产效率、现场施工吊运能力限制等因素。一般每个预制构件都要绘制独立的构件模板图、配筋图、预留预埋件图，对于复杂情况需要制作三维视图。构件模板图、配筋图、预留预埋件图等符合国家标准图集的基础上可直接选用标准图集的构造做法。

0.2.2 装配式混凝土结构设计技术要点

(1) 装配整体式混凝土建筑应进行标准化、定型化设计。

1) 装配整体式混凝土建筑应进行标准化设计, 实现设计项目的定型化, 使基本单元、构件、建筑部品重复使用率高, 以满足工业化生产的要求。

2) 标准化设计应结合本地区的气候等自然条件和技术经济的发展水平。

3) 项目应采用模块化设计方法, 建立适用于本地区的户型模块、单元模块和建筑功能模块, 符合“少规格、多组合”的要求。

(2) 标准层组合平面、基本户型设计应符合下列要求:

1) 宜采用大空间的平面布局形式, 合理布置承重墙及管井位置。在满足住宅基本功能的基础上, 实现空间的灵活性、可变性。公共空间及户内各功能空间分区明确、布局合理。

2) 主体结构布置宜简单、规则, 承重墙体上下对应贯通, 平面凹凸变化不宜过多、过深。平面体型符合结合设计的基本原则和要求。

3) 住宅平面设计应考虑卫生间, 厨房与其设施、设备布置的标准化以及合理性, 竖向管线宜集中设置管井, 并宜优先采用集成式卫生间和厨房。

(3) 预制构件的标准化设计应符合下列要求:

1) 预制梁、预制柱、预制外承重墙板、预制内承重墙板、预制外挂墙板等在单体建筑中规格少, 在同类型构件中具有一定的重复使用率。

2) 预制楼板、预制楼梯、预制内隔墙板等在单体建筑中规格少, 在同类构件中具有一定的重复使用率。

3) 外窗、集成式卫生间、整体橱柜、储物间等室内建筑部品在单体建筑中重复使用率高, 并采用标准化接口、工厂化生产、装配化施工。

4) 构件设计应综合考虑对装配化施工的安装调节和施工偏差配合要求。

(4) 非承重的预制外墙板、内墙板应与主体结构可靠连接, 接缝处理应满足保温、防水、防火、隔声的要求。

(5) 预制外挂墙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密封构造。

4) 缝内应采用聚乙烯等背衬材料填塞后用耐候性密封胶密封。

(6) 预制外墙的接缝(包括屋面女儿墙、阳台、勒脚等处的竖缝、水平缝、十字缝及窗口处)应根据工程特点和自然条件等, 确定防水设防要求, 进行防水设计。垂直缝宜选用结构防水与材料防水相结合的两道防水构造, 水平缝宜选用构造防水与材料防水相结合的两道防水构造。

(7) 外墙板接缝处的密封胶应选用耐候性密封胶, 其具有与混凝土的相容性、低温柔性、防霉性及耐水性等材料性能; 其最大伸缩变形量、剪切变形性能应满足设计要求。