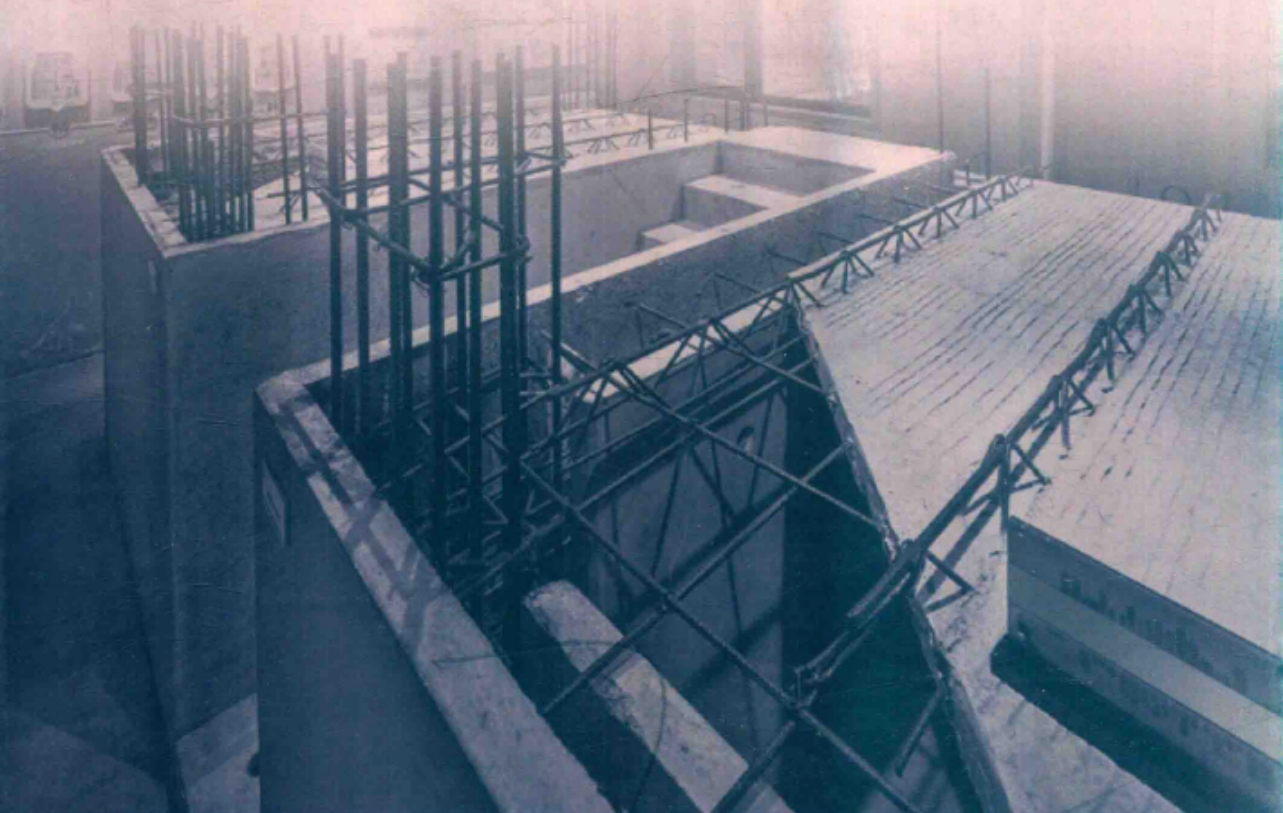




同济大学本科教材出版基金资助



装配式建筑用预制混凝土构件生产与应用技术

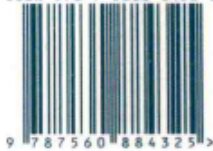
主编 杨正宏 副主编 高峰



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS



ISBN 978-7-5608-8432-5



9 787560 884325 >

定价：88.00 元

2019



同济大学本科教材出版基金资助

装配式建筑用预制混凝土 构件生产与应用技术

主 编 杨正宏
副主编 高 峰



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

为适应我国住宅产业化、装配式建筑的发展要求,特编写本教材。本教材主要内容包括:混凝土预制构件的种类及构造、组成材料、生产工艺;装配式混凝土结构工程施工与质量控制;预制混凝土构件与建筑施工技术创新,如建筑工业化、预制构件设计、3D打印成型技术、建筑信息模型(BIM)、海绵城市、综合管廊等。本教材内容全面、新颖,引用了大量标准、图集,结合工程实际,由多位专业学者合作编写。

本教材适用对象包括:建筑材料、土木工程材料、土木工程、建筑施工等专业方向的本科生、研究生;从事建筑材料、建筑结构、建筑施工、建筑设计、建筑管理和建筑营销的专业人员;从事建筑材料和土木工程材料质量检验的工作人员;从事住宅产业化和装配式建筑的研究、管理和政策制定人员;等等。

图书在版编目(CIP)数据

装配式建筑用预制混凝土构件生产与应用技术 / 杨正宏主编. —上海: 同济大学出版社, 2019. 7

ISBN 978-7-5608-8432-5

I. ①装… II. ①杨… III. ①装配式混凝土结构—装配式构件—教材 IV. ①TU37

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 123456 号

装配式建筑用预制混凝土构件生产与应用技术

主编 杨正宏 副主编 高峰

责任编辑 李杰 责任校对 徐春莲 封面设计 陈益平

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn
(地址:上海市四平路 1239 号 邮编:200092 电话:021-65985622)

经 销 全国各地新华书店
排 版 南京新翰博图文制作有限公司

印 刷 江苏凤凰数码印务有限公司

开 本 787 mm×1092 mm 1/16

印 张 23.25

字 数 580 000

版 次 2019 年 7 月第 1 版 2019 年 7 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5608-8432-5

定 价 88.00 元

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换 版权所有 侵权必究

前 言

我国目前正处在快速城镇化的发展进程中,城镇化率大约以每年一个百分点的速度不断提高,城市住房需求大量增加。但目前传统的建筑方式存在着建筑能耗较高、资源能源消耗较大、工程质量和安全方面存在问题较多、建筑市场劳动力成本逐渐升高、资源短缺、建筑业科技含量较低、生产效率较低等问题。这就要求变革传统的建筑生产方式来满足建筑业的可持续发展,因此,大力发展预制装配式建筑,积极推进建筑工业化发展的工作势在必行。

建筑工业化的基本思想最初形成于20世纪20~30年代的欧洲,并在第二次世界大战后在世界各国迅速发展起来。由于住房紧缺和劳动力匮乏,欧洲国家逐步开始尝试以预制装配式为主的工业化生产方式来建造住宅。在政府的支持下,大量以预制体系为特征的工业化住宅发展起来,成为建筑工业化的先导。20世纪30年代,美国开始建造模块住宅和工厂预制住宅;第二次世界大战结束后,由于对住宅的大量需求,日本开始尝试抗震性能优良的工业化住宅;20世纪50年代,瑞典开始发展标准体系的工业化住宅;从60年代起新加坡的组屋计划和从80年代起中国香港地区的建筑部品部件预制技术和标准模块的发展充分表明工业化住宅的强大生命力和发展前景。经过半个多世纪的发展,发达国家和地区的建筑工业化体系日臻完善。建筑工业化已经成为推动这些国家和地区建筑业产业升级、技术进步的强大助推器。

我国从20世纪50年代开始探索建筑工业化。国务院在1956年出台了《关于加强和发展建筑工业的决定》,提出了“实现工厂化生产、机械化施工,逐步完成对建筑工业化的技术改造,逐步完成向建筑工业化的过渡”。1978年,原国家建设委员会先后召开建筑工业化座谈会和规划会议,明确提出了建筑工业化的概念,即“用大工业生产方式来建造工业和民用建筑”,并提出“建筑工业化以建筑设计标准化、构件生产工业化、施工机械化以及墙体材料改革为重点”,从而在全国建筑行业推行标准化、工业化、机械化,发展预制构件和预制装配式建筑,兴起了建筑工业化的浪潮。1995年,我国《建筑工业化发展纲要》给出了更为全面的建筑工业化定义,即“建筑工业化是指从传统的手工操作为主的小生产方式逐步向社会化大生产方式过渡,即以技术为先导,采用先进、适用的技术和装备,在建筑标准化的基础上,发展建筑构配件、制品和设备的生产,培育技术体系和市场的中介机构,使建筑业生产、经营活动逐步走上专业化、社会化道路”,提出了发展和推进住宅产业化的思路,从而使住宅建设步入一个新的发展阶段。2006年,原建设部颁布的《关于进一步加强建筑业技术创新改造的意见》提出了新型建筑工业化要求,除了“发展整体装配式结构

技术”“全面提升施工现场装配和机械化生产能力”外,还要“推广应用高性能、低能耗、可再生循环利用的建筑材料,提高建筑品质,延长建筑物使用寿命”。上海地区从2006年起,由上海城建等单位开始推行装配式住宅,至今已完成百万余平方米的预制装配式建筑,在建筑质量、建造工期等方面都比传统的生产方式有更大的优越性。2011年6月,上海出台了《关于加快推进本市住宅产业化的若干意见》,同时为鼓励企业开发建设预制混凝土住宅,同年又出台了《关于本市鼓励装配整体式住宅项目建设的暂行办法》。2013年8月15日及2014年6月17日,上海市人民政府办公厅相继转发了《关于进一步推进本市装配式建筑发展的若干意见》《上海市绿色建筑发展三年行动计划(2014—2016)》,进一步明确了提高区域供地面积总量中装配式建筑的占比。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》。2017年3月,住房和城乡建设部印发的《“十三五”装配式建筑行动方案》明确提出,到2020年,全国装配式建筑占新建建筑的比例达到15%,其中重点推进地区达到20%。这些系列文件的出台意味着装配式建筑的推广应用已由政府鼓励方式转变为政府强制性推行的方式。但是,随着预制装配式项目的大量落地实施,预制构件产业暴露出了诸多问题,这些问题亟待研究并加以解决,如预制混凝土构件的生产及应用技术等。从建筑预制构件生产情况来看,20世纪80年代处于发展的相对鼎盛时期,预制构件生产企业众多,企业生产的构件基本供不应求。但总体上我国预制混凝土技术相对比较落后,而且产品单一,关键技术未得到解决,装配式混凝土建筑的防水、防渗漏等使用功能相对较差,导致装配式混凝土建筑技术基本处于停滞状态。从90年代初期开始,由于住宅建设由预制加现浇生产方式逐步转变为全现浇生产方式,构件生产行业急剧萎缩,原构件生产企业基本转型。近年来,随着国家大力推进建筑工业化,鼓励装配式建筑的相关政策陆续出台,开始出现不少构件生产厂家,但质量参差不齐,技术积累和管理经验严重缺乏,造成构件质量相对较差,严重影响建筑工业的可持续发展,因此需要加大力度培养、培训相关人才,快速提升构件行业生产技术及管理人员专业素质。

本教材围绕装配式建筑用预制混凝土构件生产及应用,比较系统全面地介绍了预制混凝土构件的品种、性能及用途;预制混凝土构件的组成材料及性能;预制混凝土构件的生产技术及其质量控制等。本书可作为建筑材料、建筑结构、建筑管理、建筑施工等专业方向的本科生、研究生教材,也可作为相关专业从业人员的技术参考书。

本教材由同济大学材料科学与工程学院杨正宏担任主编、高峰担任副主编,另有本院多位教师参与编写,特别邀请上海城建物资有限公司朱永明副总经理参与编写部分章节。具体分工如下:杨正宏撰写前言,高峰、孙振平、姜伟编写第一章,张国防、李好新编写第二章,蒋正武、朱洪波编写第三章,高峰、朱永明编写第四章,杨正宏、高峰编写第五章。感谢苏宇峰、张永明、于龙在本教材编写过程中提供大量素材并提出许多中肯建议。限于编者水平,不妥之处敬请读者批评指正。

编者

2019年5月于同济园

目 录

前言

第一章 预制混凝土构件种类、性能及用途	1
第一节 预制构件概况	1
一、预制构件的分类	1
二、房屋建筑结构与构件相关概念	2
三、基本构件承载力与变形	9
四、预制构件的设计、生产及质量控制	14
第二节 钢筋混凝土楼板、屋面板	16
一、圆孔板	17
二、叠合式楼板	20
三、屋面板	29
第三节 钢筋混凝土墙板	32
一、条板	32
二、加气混凝土板材	42
三、预制混凝土夹芯保温外墙板	48
四、预制叠合剪力墙板	53
第四节 钢筋混凝土梁、柱、桩	55
一、梁	55
二、柱	56
三、桩	56
第五节 其他构配件	60
一、楼梯板	61
二、排气道	61
第二章 预制混凝土构件的组成及其性能	65
第一节 混凝土	65
一、混凝土的组成材料	65

二、混凝土混合料	103
三、混凝土力学性能	115
四、混凝土耐久性	138
五、混凝土的配合比设计	147
第二节 钢材及金属配件	158
一、钢材的冶炼加工	158
二、钢材的晶体组织及化学成分	158
三、钢材的分类及特点	160
四、钢筋的技术性能	162
五、钢筋的冷加工	164
六、钢材的热处理	165
七、钢材的腐蚀与防护	166
八、预制混凝土构件用钢材	167
九、预制混凝土构件用金属配件	180
第三节 预埋件	186
一、钢质预埋件	186
二、塑料预埋件	186
第三章 预制混凝土构件的生产技术	190
第一节 概述	190
一、预制混凝土构件的主要类型	190
二、预制混凝土构件的生产工艺过程	192
第二节 混凝土搅拌技术	193
一、搅拌机械	193
二、影响搅拌质量的因素	202
三、搅拌工艺	203
第三节 钢筋加工	206
一、钢筋冷加工	206
二、钢筋配料加工	210
三、钢筋网片及骨架成型	211
第四节 预应力张拉	219
一、预应力张拉工艺	219
二、长线台座法	221
第五节 浇筑成型	224

一、浇筑	225
二、成型	226
第六节 养护	230
一、自然养护	230
二、蒸汽养护	231
三、蒸压养护	233
第七节 混凝土预制构件典型生产工艺	233
一、制备工艺	233
二、常用构件的制备	234
第八节 3D 打印成型技术	238
一、简介	238
二、3D 打印成型技术	238
三、3D 打印构件与建筑	240
第四章 装配式混凝土结构工程施工与质量控制	247
第一节 装配式混凝土结构	247
一、钢筋混凝土建筑结构简介	252
二、建筑结构施工方法	259
三、装配整体式混凝土住宅体系设计要求	262
第二节 装配式混凝土结构工程施工	286
一、构件安装机械设备	286
二、构件的运输与堆放	286
三、预制构件的吊装与连接	288
四、构件接缝施工	298
第三节 装配式混凝土结构工程质量控制与检验	299
一、材料及构件的质量控制	299
二、装配式混凝土结构施工质量控制	301
三、施工质量控制要点	305
第五章 预制混凝土构件与建筑施工技术创新	308
第一节 装配式建筑	308
一、装配式建筑的发展历史	308
二、装配式建筑的质量要点	313
三、装配式建筑的意义	314

四、装配式建筑的经济性分析·····	315
五、住宅部品体系·····	318
第二节 建筑信息模型·····	322
一、BIM 的发展历史·····	322
二、推进 BIM 技术应用的相关要求·····	324
三、BIM 的意义·····	326
第三节 建筑工业化及绿色建筑·····	329
一、建筑工业化·····	329
二、新型城镇化·····	332
三、绿色建筑·····	332
四、绿色建材·····	338
五、海绵城市·····	339
六、综合管廊·····	356
附录 标准引用名录·····	361

第一章 预制混凝土构件种类、性能及用途

第一节 预制构件概况

一、预制构件的分类

1. 混凝土制品的分类

按应用领域,混凝土制品可分为:房屋建筑工程材料(如梁、柱、桩、楼板、墙板、屋面板、屋架、楼梯板、阳台板等结构构件,栏杆、雨篷、空调板、排气道等建筑配件,砖、砌块等墙体材料)、市政公用工程材料[如城市道路工程、市政桥梁工程、市政给排水管道(管渠)和构筑物工程、城市防洪工程、风景园林工程、地铁轻轨工程等所用材料]、水利水电工程材料[如枢纽工程、堤防工程、引水(渠道)工程、农田水利工程等所用材料],以及电力工程、农林工程、铁路工程、公路工程、港口与航道工程、航天航空工程等所用材料。

按产品外形,混凝土制品可分为:块材(砖瓦、砌块等)、板材(楼板、墙板、路面板等)、条杆状制品(梁、柱、桩、电杆、轨枕等)、管状制品(给排水管、隧道管片等)、不规则制品(屋架、防浪块、管廊、挡土墙等)。

按所用胶凝材料,混凝土制品可分为:水泥混凝土(普通混凝土、轻质混凝土、透水混凝土、彩色混凝土、纤维混凝土、钢筋混凝土、钢管混凝土、劲性混凝土等)、硅酸盐混凝土(粉煤灰硅酸盐混凝土、加气混凝土、硅钙板等)、沥青混凝土、石膏混凝土、菱镁混凝土等制品。

按生产工艺,混凝土制品可分为:压制成型混凝土制品(水泥混凝土砖及砌块等)、振动密实成型混凝土制品(梁、板、柱等)、离心成型混凝土制品(管桩、电杆、给排水管等)、浇筑成型混凝土制品(加气混凝土、石膏混凝土制品等)、抄取混凝土制品(纤维水泥制品等)、其他混凝土制品(挤出成型混凝土制品、浸渍混凝土制品、真空脱水混凝土制品、灌浆混凝土制品、喷射混凝土制品等)。

本教材主要介绍房屋建筑工程中使用的水泥混凝土预制构件。

2. 建筑构件的分类

建筑结构设计中,按受力特点将构件分为:受弯构件(板、梁、楼盖等)、受压构件(柱、剪力墙、筒、屋架的压杆等)、受拉构件(屋架的拉杆等)、受扭构件(框架结构的边梁等)。

建筑定额中,预制混凝土构件的运输类别按构件类型和外形尺寸分为六类:

(1) 一类构件:4 m 以内的空心板、实心板;

(2) 二类构件:6 m 以内的桩、屋面板、工业楼板、进深梁、基础梁、吊车梁、楼梯休息板、楼梯段、阳台板及单件体积在 0.1 m^3 以内的小型构件;

(3) 三类构件:6~14 m 的梁、板、柱、桩,各类屋架、桁架、托架(14 m 以上另行处理);

(4) 四类构件:天窗架、挡风架、侧板、端壁板、天窗上下挡、门框;

(5) 五类构件:装配式内、外墙板,大楼板,厕所板;

(6) 六类构件:隔墙板(高层用)。

在建筑图集中,常用钢筋混凝土构件的代号以构件名称的汉语拼音首字母大写表示:板(B),屋面板(WB),空心板(KB),楼梯板(TB),梁(L),圈梁(QL),过梁(GL),楼梯梁(TL),基础梁(JL),柱(Z),构造柱(GZ),梯(T),雨篷(YP),阳台(YT),基础(J)。预制构件在一般构件代号前加“Y”,如预制梁(YL);预应力构件在一般构件代号前加“Y-”,如预应力屋面板(Y-WB)。

二、房屋建筑结构与构件相关概念

根据《混凝土结构设计规范》,有关装配式混凝土结构的定义如下:

- (1) 装配式混凝土结构:由预制混凝土构件或部件装配、连接而成的混凝土结构。
- (2) 装配整体式混凝土结构:由预制混凝土构件或部件通过钢筋、连接件或施加预应力加以连接,并在连接部位浇筑混凝土而形成整体受力的混凝土结构。
- (3) 叠合构件:由预制混凝土构件(或既有混凝土结构构件)和后浇混凝土组成,以两阶段成型的整体受力结构构件。

根据《工程结构设计基本术语标准》,相关概念定义如下。

1. 房屋建筑结构相关概念

- (1) 结构:能承受和传递作用并具有适当刚度的由各连接部件组合而成的整体,俗称承重骨架。
- (2) 结构构件:结构在物理上可以区分出的部分,如柱、梁、板、基础桩等。
- (3) 部件:结构中由若干构件组成的具有一定功能的组合件,如楼梯、阳台、屋盖等。
- (4) 组合结构:同一截面或各杆件由两种或两种以上材料制成的结构,如钢与混凝土组合结构由型钢(或钢管、钢板)与钢筋混凝土组合形成的结构构件制成。
- (5) 混合结构:由不同材料的构件或部件混合组成的结构,如由钢框架与钢筋混凝土核心筒体组成并共同承受水平和竖向作用的结构。
- (6) 结构体系:结构中所有承重构件及其共同工作的方式,如平面结构、空间结构、杆系结构、板系结构、抗侧力墙体结构等。
- (7) 建筑结构:组成工业与民用建筑包括基础在内的承重体系,是房屋建筑结构的简称。
- (8) 墙板结构:由竖向构件为墙板、水平构件为楼板和屋面板所组成的房屋建筑结构。
- (9) 板柱结构:由水平构件为板和竖向构件为柱所组成的房屋建筑结构。
- (10) 框架结构:由梁和柱以刚接或铰接相连接成承重体系的房屋建筑结构。
- (11) 剪力墙结构:由剪力墙组成的能承受竖向和水平作用的结构。
- (12) 框架-剪力墙结构:由框架和剪力墙共同承受竖向和水平作用的结构。
- (13) 板柱-剪力墙结构:由无梁楼板和柱组成的板柱框架与剪力墙共同承受竖向和水平作用的结构。
- (14) 框架-支撑结构:由框架和支撑共同承受竖向和水平作用的结构。
- (15) 冷弯轻钢结构:采用冷弯薄壁型钢构件组成的低层房屋结构体系,其中以轻钢墙柱、底梁、顶梁、拉条组成墙体框架,以轻钢搁栅、檩条作为楼盖、屋盖等承重构件。
- (16) 拱结构:由拱作为承重体系的结构。

(17) 折板结构:由多块条形或其他外形的平板组合而成的具有承重、围护功能的薄壁空间结构。

(18) 壳体结构:由各种形状的曲面与梁、拱、桁架等边缘构件组成的大跨度覆盖或围护的空间结构。

(19) 空间网格结构:网架结构和网壳结构等空间结构的统称。

(20) 网架结构:由多根杆件按一定网格形式通过节点连接而成的大跨度覆盖的空间结构,主要承受整体弯曲内力。

(21) 网壳结构:按一定规律布置的杆件通过节点连接而成的曲面空间杆系或梁系结构,主要承受整体薄膜内力。

(22) 立体桁架结构:由上弦杆、腹杆与下弦杆构成的剖面为三角形或四边形的格构式桁架结构。

(23) 索结构:由拉索作为主要承重构件而形成的预应力结构体系。

(24) 膜结构:由膜材及其支承构件组成的建筑物或构筑物。

(25) 充气结构:在以高分子材料制成的薄膜制品中充入空气后而形成房屋的结构。分气承式和气管式两种结构形式。

(26) 筒体结构:由竖向筒体为主组成能承受竖向和水平作用的高层建筑结构。筒体分为剪力墙围成的薄壁筒和由密柱框架或壁式框架围成的框筒等。

(27) 框架-筒体结构:由中央薄壁筒与外围的一般框架组成的高层建筑结构。

(28) 单框筒结构:由外围密柱筒与内部一般框架组成的高层建筑结构。

(29) 框架-核心筒结构:由核心筒与外围的稀柱框架组成的筒体结构。

(30) 筒中筒结构:由核心筒与外围框筒组成的筒体结构。

(31) 成束筒结构:由若干并列筒体组成的高层建筑结构。

(32) 悬挂结构:将楼(屋)盖荷载通过吊杆传递到竖向承重体系的建筑结构。

(33) 连体结构:除裙楼以外,两个或两个以上塔楼之间带有连接体的结构。

(34) 高耸结构:高度大、水平横向剖面相对小,并以水平荷载控制设计的结构。分自立式(塔式)结构和拉线式(桅式)结构两大类。

2. 房屋建筑结构构件和部件相关概念

(1) 梁:由支座支承的直线或曲线形构件,主要承受各种作用产生的弯矩和剪力,有时也承受扭矩。

(2) 拱:由支座支承的曲线或折线形构件,主要承受各种作用产生的轴向压力,有时也承受弯矩、剪力或扭矩。

(3) 板:由支座支承的平面尺寸大而厚度相对较小的平面构件,主要承受各种作用产生的弯矩和剪力。

(4) 壳:一种曲面构件,主要承受各种作用产生的中面内的力,有时也承受弯矩、剪力或扭矩。

(5) 柱:竖向直线构件,主要承受各种作用产生的轴向压力,有时也承受弯矩、剪力或扭矩。

(6) 墙:竖向平面或曲面构件,主要承受各种作用产生的中面内的力,有时也承受中面外的弯矩和剪力。

(7) 桁架:由若干杆件构成的一种平面或空间的格架式结构或构件,各杆件主要承受各种作用产生的轴向力,有时也承受节点弯矩和剪力。

(8) 叠合梁:截面由同一材料若干部分重叠而成为整体的梁。

(9) 桩:沉入、打入或浇筑于地基中的柱状承载构件,如木桩、钢桩、混凝土桩等。

(10) 屋盖:在房屋顶部,用以承受各种屋面作用的屋面板、檩条、屋面梁或屋架及支撑系统组成的部件,或以拱、网架、薄壳和悬索等大跨度空间构件与支撑边缘构件所组成的部件的总称。分平屋盖、坡屋盖、拱形屋盖等。

(11) 屋面板:直接承受屋面荷载的板。

(12) 屋面檩条:将屋面板承受的荷载传递到屋面梁、屋架或承重墙上的梁式构件。

(13) 屋面梁:将屋盖荷载传递到墙、柱、托架或托梁上的梁。

(14) 屋架:将屋盖荷载传递到墙、柱、托架或托梁上的桁架式构件。如三角形屋架、梯形屋架、多边形屋架、拱形屋架、空腹屋架等。

(15) 屋盖支撑系统:保证屋盖整体稳定并传递纵横向水平力而在屋架间设置的各种连系杆件的总称。如横向水平支撑、纵向水平支撑、竖向支撑、系杆等。

(16) 网架:由上弦杆、下弦杆和腹杆组成的主要承受整体弯曲内力的大跨度空间构件或部件。

(17) 网壳:由上弦杆、下弦杆和腹杆组成或由梁构成,主要承受整体薄膜内力的大跨度空间构件或部件。

(18) 立体桁架:由上弦杆、腹杆和下弦杆构成的剖面为三角形或四边形的格构式桁架构件或部件。

(19) 悬索:由柔性拉索与边缘构件组成的大跨度空间构件或部件。

(20) 薄壳:由曲面形薄板与边缘构件组成的大跨度空间构件或部件。按中面形状分球壳、圆柱壳、双曲面壳、圆锥壳、扁壳和旋转壳等。

(21) 楼盖:在房屋楼层间用以承受各种楼面作用的楼板、次梁和主梁等所组成的部件总称。

(22) 楼板:直接承受楼面荷载的板。

(23) 次梁:将楼面荷载传递到主梁上的梁。

(24) 主梁:将楼盖荷载传递到柱、墙上的梁。

(25) 过梁:设置在门窗或孔洞顶部,用以传递其上部荷载的梁。

(26) 承重墙:直接承受外加作用和自重的墙体。

(27) 结构墙:主要承受侧向力或地震作用,并保持结构整体稳定的承重墙,又称剪力墙、抗震墙等。

(28) 非承重墙:主要起围挡或分割空间作用,不承受自重以外的竖向荷载,结构设计不作为受力构件考虑的墙体,也称自承重墙。

(29) 抗风柱:为承受风荷载而在房屋山墙处设置的柱。

(30) 楼梯:由包括踏步板、栏杆的梯段和平台组成的沟通上、下不同楼面的斜向部件。分板式楼梯、梁式楼梯、悬挑楼梯和螺旋楼梯等。

(31) 组合构件:由两种或两种以上材料组合而成的整体受力构件。如钢管混凝土构件。

(32) 组合屋架:用钢材作拉杆并以木材或钢筋混凝土作压杆组成的屋架。

(33) 压型钢板楼板:在压型钢板上浇筑混凝土组成的楼板。

(34) 组合楼盖:用钢筋混凝土楼板或压型钢板楼板与型钢梁或板件组合的型钢梁组成的楼盖。

3. 钢筋混凝土构件中的钢筋

钢筋混凝土构件中的钢筋按其作用分为受力筋、架立筋、箍筋、分布筋、构造筋等。

(1) 梁中的钢筋

梁中的钢筋有纵向受力钢筋、弯起钢筋、箍筋、架立筋等,如图 1.1 所示。

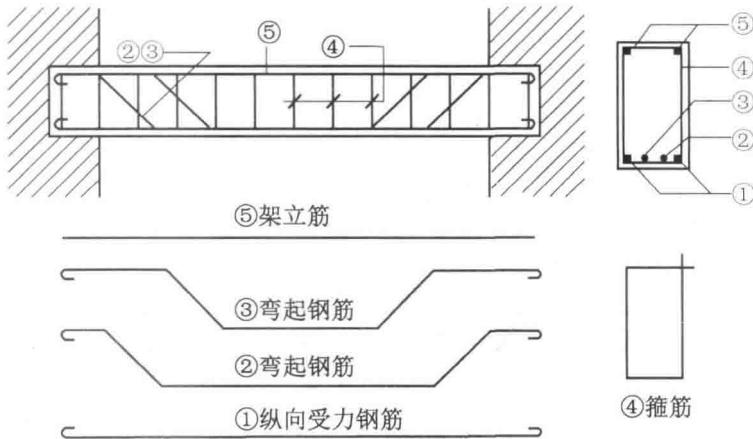


图 1.1 钢筋混凝土梁的配筋

纵向受力钢筋应配置在梁的受拉区,其主要作用是承受由梁中弯矩产生的拉力。梁上部纵筋净距不小于 30 mm 和 $1.5d$;梁下部纵筋净距不小于 25 mm 和 d ;各层钢筋净距不小于 25 mm 和 d (d 为钢筋直径)。

弯起钢筋是由纵向受力钢筋弯起而成,其作用是:弯起段承受弯矩和剪力产生的主拉应力,跨中水平段承受弯矩产生的拉力,弯起后的水平段承受支座处的负弯矩。弯起钢筋的弯起角度为 45° (梁高小于 800 mm)或 60° (梁高大于 800 mm)。

箍筋一般垂直于纵向受力钢筋,其作用是承受由梁中剪力和弯矩产生的主拉应力,防止斜截面破坏。此外,箍筋通过绑扎和焊接将其他钢筋连结在一起,形成钢筋骨架。箍筋分为开口、闭口两种形式,箍筋的肢数有单肢、双肢、四肢,如图 1.2 所示。

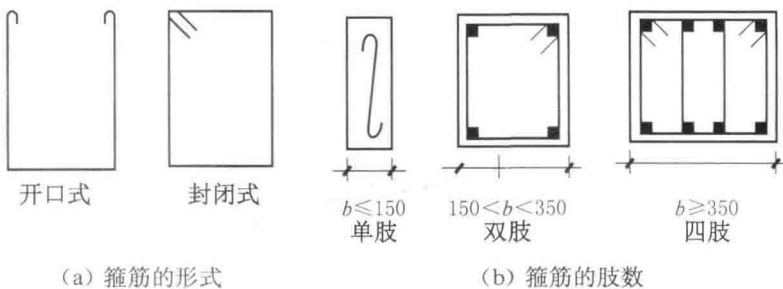


图 1.2 箍筋的形式和肢数

架立筋设置在梁的受压区外缘两侧、平行于纵向受力钢筋,其作用是:固定箍筋的位置,形成钢筋骨架,承受因温度变化和混凝土收缩而产生的应力,防止开裂。

当梁的腹板高度 $h_w \geq 450$ mm 时,在梁的两个侧面应沿高度配置纵向构造钢筋,其作用是防止因温度变化和混凝土收缩等原因造成梁侧中部开裂。每侧纵向构造钢筋的间距不宜大于 200 mm,如图 1.3 所示。

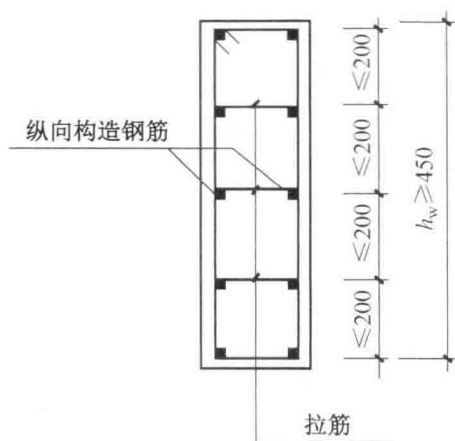


图 1.3 侧面构造钢筋(单位:mm)

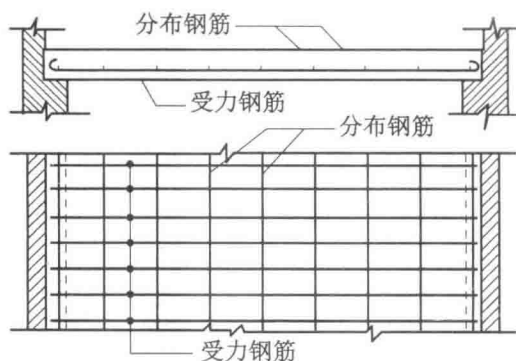


图 1.4 钢筋混凝土板的配筋

(2) 板中的钢筋

板中通常配置受力钢筋和分布钢筋,如图 1.4 所示。

板中受力钢筋沿板的跨度方向布置在受拉区,承担由弯矩产生的拉力。板中受力钢筋的间距不应大于 200 mm(板厚 $h \leq 150$ mm)、250 mm 和 $1.5h$ (板厚 $h > 150$ mm),也不宜小于 70 mm;当板中受力钢筋需要弯起时,其弯起角不宜小于 30° 。

板中分布钢筋布置在受力钢筋的内侧,与受力钢筋垂直,交点处用细铁丝绑扎或焊接,形成钢筋网片。分布钢筋的作用是固定受力钢筋的位置,抵抗因温度变化和混凝土收缩产生的拉应力,将板上的荷载有效地传到受力钢筋上。板中分布钢筋的间距不应大于 250 mm。

(3) 柱中的钢筋

柱中的钢筋有纵向受力钢筋和箍筋,如图 1.5 所示。

轴心受压柱内的受力钢筋,其作用是与混凝土共同承担压应力;偏心受压柱内的受力钢筋,其作用是承担压应力、由偏心荷载引起的拉应力。箍筋的作用是保证柱内受力钢筋的位置正确、防止受力钢筋被压弯。

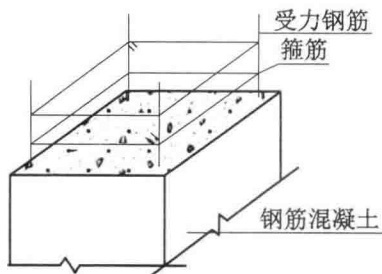


图 1.5 钢筋混凝土柱的配筋

矩形截面柱的纵向受力钢筋数量不应少于 4 根,圆形截面柱的纵向受力钢筋数量不宜少于 8 根、不应少于 6 根。纵向受力钢筋的净距不应小于 50 mm、不宜大于 300 mm。

柱中的箍筋应采用封闭式,箍筋间距不应大于 400 mm 及构件截面的短边尺寸,且不应大于 $15d$ (d 为纵

筋最小直径)。当柱截面短边尺寸大于 400 mm 且各边纵向钢筋多于 3 根时,或柱截面短边尺寸不大于 400 mm 但各边纵向钢筋多于 4 根时,应设置复合箍筋,如图 1.6 所示。柱内纵向钢筋搭接长度范围内,箍筋间距应按规范规定适当加密。

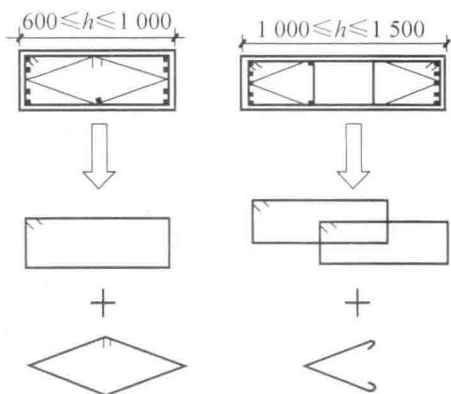


图 1.6 钢筋混凝土柱中的复合箍筋(单位:mm)

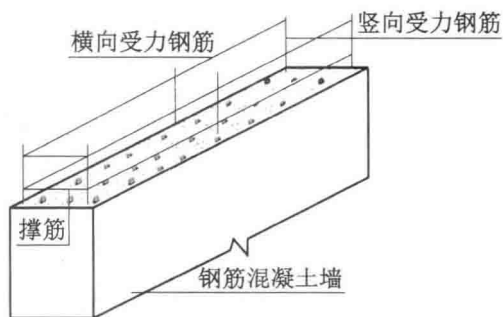


图 1.7 钢筋混凝土墙的配筋

(4) 墙中的钢筋

钢筋混凝土墙体内,可根据计算要求配置单层或双层钢筋网片,钢筋网片主要由竖向钢筋和横向钢筋组成,在双层钢筋网片之间通常还设置撑筋,如图 1.7 所示。

竖向受力钢筋主要承受水平荷载对墙体产生的拉应力;横向受力钢筋的作用是固定竖向受力钢筋的位置,并承担一定的剪力。

(5) 预应力混凝土构件中的预应力钢筋

先张法预应力混凝土构件的生产,是在浇筑混凝土之前张拉预应力钢筋,待混凝土具有一定强度后放松钢筋,使混凝土受到预压力。如图 1.8 所示。

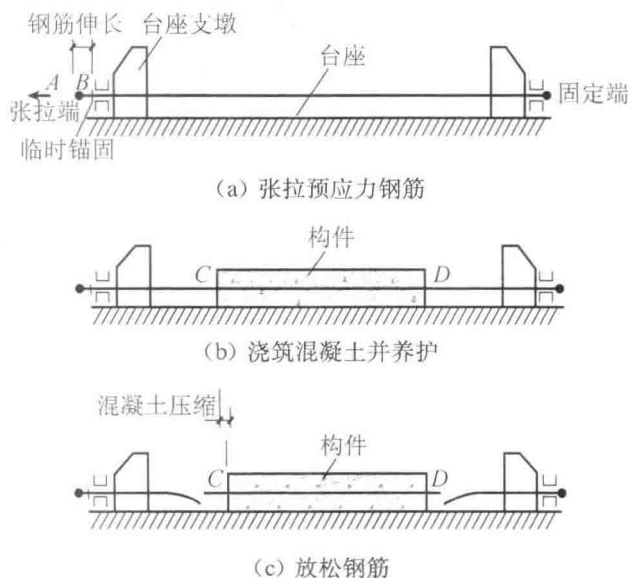


图 1.8 先张法预应力混凝土构件的生产工艺