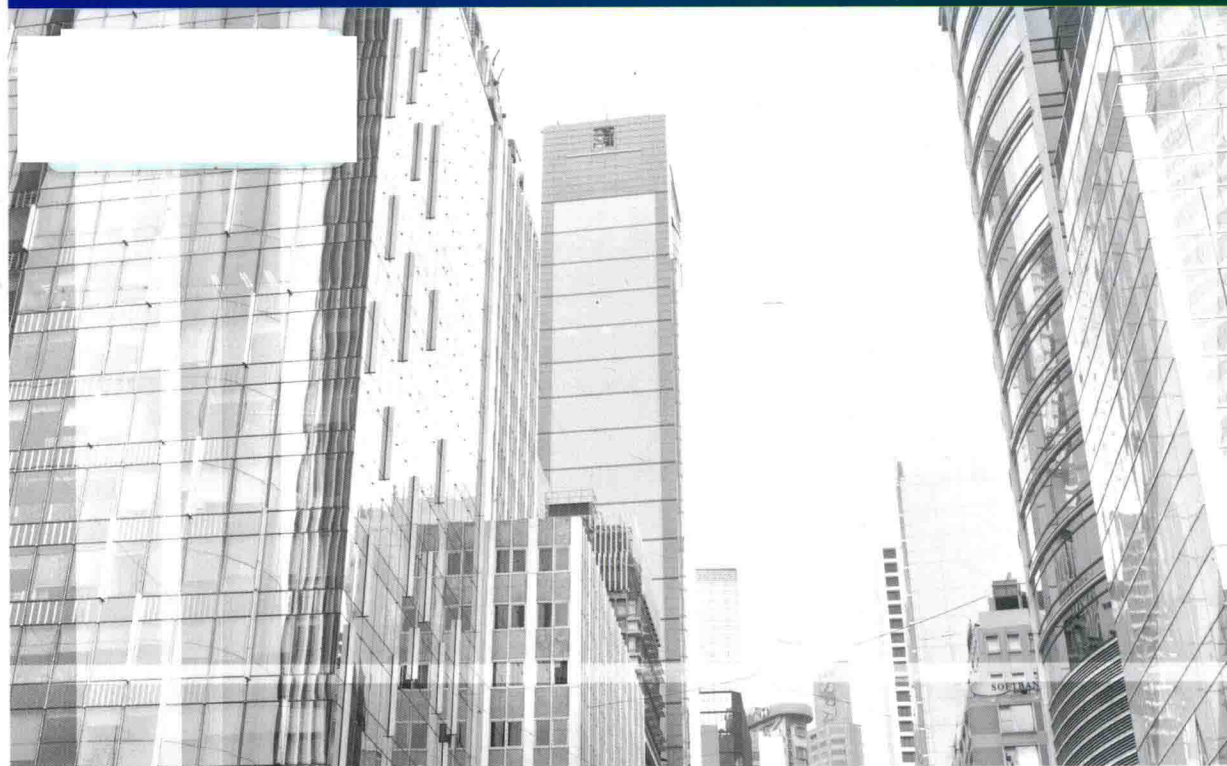


应用型人才培养“十三五”规划教材



# 混凝土结构施工构造 与 **BIM** 建模

(附混凝土结构施工图与BIM建模指导)

张宪江 主编

依据16G101等系列图集和规范，并引入实际工程案例  
基于BIM技术，实现从2D平法施工图向3D结构模型跨越  
培养施工图识读、结构构造处理、BIM建模和钢筋翻样能力



化学工业出版社

应用型人才培养“十三五”规划教材

# 混凝土结构施工构造 与 **BIM** 建模

(附混凝土结构施工图与BIM建模指导)

张宪江 主编

穆静波 主审



化学工业出版社

· 北京 ·

本书依据最新《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图》(16G101)、《混凝土结构施工钢筋排布规则与构造详图》(12G901)、《G101系列图集施工常见问题答疑图解》(13G101)等系列图集及《混凝土结构设计规范》(2015年版)(GB 50010—2010)与《混凝土结构工程施工规范》(GB 50666—2011),基于BIM技术,结合实际工程案例,以职业核心能力培养为目标,主要内容涵盖了混凝土结构的基础、柱、墙、梁、板、楼梯等全部构件的施工图识读、施工构造与BIM建模及钢筋翻样技术。本书主要内容经过工程专家和一线施工技术人员审议,强化工程实践能力的培养,具有较强的实用性与可操作性。

本书主要适用于应用型高等院校建筑工程类专业的课程教学,也可供设计、施工、监理等单位从事建筑工程技术工作的人员参考。

#### 图书在版编目(CIP)数据

混凝土结构施工构造与BIM建模/张宪江主编. —北京:化学工业出版社,2017.5  
应用型人才培养“十三五”规划教材  
ISBN 978-7-122-29340-4

I. ①混… II. ①张… III. ①混凝土结构-混凝土施工-高等职业教育-教材②建筑设计-计算机辅助设计-应用软件-高等职业教育-教材 IV. ①TU755②TU201.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第060977号

责任编辑:李仙华  
责任校对:宋 玮

文字编辑:汲永臻  
装帧设计:关 飞

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)  
印 装:中煤(北京)印务有限公司  
787mm×1092mm 1/16 印张18¼ 字数467千字 2017年11月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:59.80元

版权所有 违者必究

# 前言

应用型人才培养必须以能力培养为目标，以岗位能力分析为基础，以最新规范为依据，以典型工程为主线，以教学内容的实用性为突破口，以教学手段的革新为载体。

混凝土结构是目前建筑工程中应用最为广泛的一种结构类型，掌握其施工技术是施工人员最为基本与核心的能力。按照结构施工图进行施工，必须全面、深刻理解钢筋混凝土结构平法施工图、施工构造与施工工艺。BIM (Building Information Modeling) 技术作为一种全新的建筑行业生产力革命性技术，被国内外众多工程师们认为是继 CAD 技术后建筑行业的第二次革命性技术。将 BIM 技术引入混凝土结构课程教学是培养职业核心能力的一条有效的途径。

本书依据最新《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图》(16G101)、《混凝土结构施工钢筋排布规则与构造详图》(12G901)、《G101 系列图集施工常见问题答疑图解》(13G101) 等系列图集及《混凝土结构设计规范》(2015 年版)(GB 50010—2010) 与《混凝土结构工程施工规范》(GB 50666—2011)，基于 BIM 技术，结合实际工程案例，将钢筋混凝土结构信息 3D 多维度动态展示，提高学习兴趣，有效地培养施工图识读能力、结构构造处理能力、BIM 建模能力、钢筋翻样能力等职业核心能力，实现“以就业为导向，以岗位能力培养为核心”的教育基本目标。

本书主要内容经过工程专家和一线施工技术人员审议，与实际工程施工技术无缝对接。内容组织采用单元模块+学习项目+工作任务的体系，涵盖了混凝土结构的基础、柱、墙、梁、板、楼梯等全部构件的施工图识读、施工构造与 BIM 建模及钢筋翻样技术，强化工程实践能力的培养。本书配套有基础知识链接二维码、《混凝土结构施工图与 BIM 建模指导》及 BIM 数字化模型。

本书由张宪江担任主编；李文川参编了模块一、模块四；朱磊对工程图纸进行了校订，谢恩普参与了 BIM 建模工作。北京建筑大学穆静波教授对本书进行了审阅，本书编写过程中得到了化学工业出版社、浙江侨兴建设集团有限公司及有关专家和学者的热情帮助，在此一并表示感谢。

本书是对混凝土结构课程内容、教学手段改革的尝试与探索，能对应用型教育改革有所裨益为编者所盼。由于编者水平有限，虽尽心尽力、反复推敲，仍不免存在疏漏或不妥之处，恳请读者与同行专家批评指正。

编者

2017 年 4 月

# 目录

## 模块一 熟悉钢筋混凝土结构 1

项目 1	了解钢筋混凝土结构基本概念 .....	1
任务 1	了解混凝土结构分类 .....	1
任务 2	了解混凝土结构体系 .....	2
项目 2	熟悉钢筋锚固长度与混凝土保护层厚度 .....	5
任务 1	熟悉钢筋锚固长度 .....	5
任务 2	熟悉混凝土保护层厚度 .....	8
项目 3	熟悉混凝土结构施工图的组成与表示方法 .....	9
任务 1	熟悉混凝土结构施工图组成 .....	9
任务 2	熟悉混凝土结构施工图表示方法 .....	10

## 模块二 框架结构施工构造与 BIM 建模实例 13

项目 1	熟悉建筑施工图 .....	13
任务	阅读建筑施工图 .....	13
项目 2	识读结构设计总说明 .....	14
任务	阅读结构设计总说明 .....	14
项目 3	基础施工图及其施工构造 .....	15
任务 1	阅读基础平面布置图 .....	15
任务 2	基础施工构造与 BIM 建模 .....	16
项目 4	标高基顶 $\sim -0.100$ 柱平法施工图及其施工构造 .....	19
任务 1	阅读柱平面布置图 (标高 $\langle$ 基顶 $\sim 4.200$ )柱平面图) .....	19
任务 2	标高基顶 $\sim -0.100$ 柱施工构造与 BIM 建模 .....	19
项目 5	标高 $-0.100$ 结构层梁平法施工图及其施工构造 .....	27
任务 1	阅读标高 $-0.100$ 结构层梁平法施工图 .....	27
任务 2	标高 $-0.100$ 结构层梁施工构造与 BIM 建模 .....	27
项目 6	标高 $-0.100\sim 4.200$ 柱平法施工图及其施工构造 .....	42
任务 1	阅读柱平面布置图 (标高 $\langle$ 基顶 $\sim 4.200$ )柱平面图) .....	42
任务 2	标高 $-0.100\sim 4.200$ 柱施工构造与 BIM 建模 .....	42
项目 7	楼梯首层施工详图及其施工构造 .....	48
任务 1	阅读楼梯详图 (首层) .....	48
任务 2	首层楼梯结构施工构造与 BIM 建模 .....	48
项目 8	标高 $4.200$ 结构层梁平法施工图及其施工构造 .....	57

任务 1	阅读标高 4.200 结构层梁平法施工图 .....	57
任务 2	标高 4.200 结构层梁施工构造与 BIM 建模 .....	57
<b>项目 9</b>	<b>二层结构平面布置图及其施工构造 .....</b>	<b>63</b>
任务 1	阅读二层结构平面布置图 .....	63
任务 2	二层结构施工构造与 BIM 建模 .....	64
<b>项目 10</b>	<b>楼梯顶层施工详图及其施工构造 .....</b>	<b>73</b>
任务 1	阅读楼梯详图 (顶层) .....	73
任务 2	楼梯顶层施工构造与 BIM 建模 .....	73
<b>项目 11</b>	<b>标高 4.200~8.100 柱平法施工图及其施工构造 .....</b>	<b>76</b>
任务 1	阅读柱平面布置图 (标高 <4.200 以上) 柱平面图) .....	76
任务 2	标高 4.200~8.100 柱施工构造与 BIM 建模 .....	77
<b>项目 12</b>	<b>标高 8.100 结构层梁平法施工图及其施工构造 .....</b>	<b>82</b>
任务 1	阅读标高 8.100 结构层梁平法施工图 .....	82
任务 2	标高 8.100 结构层梁施工构造与 BIM 建模 .....	83
<b>项目 13</b>	<b>三层结构平面布置图及其施工构造 .....</b>	<b>87</b>
任务 1	阅读三层结构平面布置图 .....	87
任务 2	三层结构施工构造与 BIM 建模 .....	88
<b>项目 14</b>	<b>标高 8.100~12.000 柱平法施工图及其施工构造 .....</b>	<b>91</b>
任务 1	阅读柱平面布置图 (标高 <4.200 以上) 柱平面图) .....	91
任务 2	标高 8.100~12.000 柱施工构造与 BIM 建模 .....	92
<b>项目 15</b>	<b>标高 12.000 结构层梁平法施工图及其施工构造 .....</b>	<b>95</b>
任务 1	阅读标高 12.000 结构层梁平法施工图 .....	95
任务 2	标高 12.000 结构层梁施工构造与 BIM 建模 .....	95
<b>项目 16</b>	<b>屋面层结构平面布置图及其施工构造 .....</b>	<b>99</b>
任务 1	阅读屋面层结构平面布置图 .....	99
任务 2	屋面层结构施工构造与 BIM 建模 .....	100

## **模块三 剪力墙结构施工构造与 BIM 建模示例** **106**

<b>项目 1</b>	<b>熟悉剪力墙平法结构施工图 .....</b>	<b>106</b>
任务	了解剪力墙的构成与配筋 .....	106
<b>项目 2</b>	<b>标高 -3.300~±0.000 剪力墙平法施工图及其施工构造 .....</b>	<b>111</b>
任务 1	阅读结构设计总说明及基础设计说明 .....	111
任务 2	阅读标高 -3.300~±0.000 剪力墙平面布置图及其墙柱表 .....	112
任务 3	标高 -3.300~±0.000 剪力墙施工构造与 BIM 建模 .....	112
<b>项目 3</b>	<b>标高 ±0.000~4.500 剪力墙平法施工图及其施工构造 .....</b>	<b>131</b>
任务 1	阅读标高 ±0.000~4.500 剪力墙平面布置图及其墙柱表 .....	131
任务 2	标高 ±0.000~4.500 剪力墙施工构造与 BIM 建模 .....	132
<b>项目 4</b>	<b>标高 52.500~56.700 剪力墙平法施工图及其施工构造 .....</b>	<b>141</b>
任务 1	阅读标高 52.500~56.700 剪力墙平面布置图及其墙柱表 .....	141
任务 2	标高 52.500~56.700 剪力墙施工构造与 BIM 建模 .....	142

项目 1	熟悉钢筋翻样原理 .....	149
	任务 掌握钢筋下料长度计算方法 .....	149
项目 2	掌握钢筋翻样技术 .....	153
	任务 1 柱钢筋翻样 .....	153
	任务 2 梁钢筋翻样 .....	162
	任务 3 板钢筋翻样 .....	169
	任务 4 墙身钢筋翻样 .....	172
	任务 5 利用软件 G101. CAC 进行钢筋翻样 .....	176

### 资源目录

序号	名 称	页码
二维码 1	钢筋混凝土组成材料的技术要求	2
二维码 2	结构抗震基本知识	7
二维码 3	混凝土结构的环境类别	9
二维码 4	钢筋连接接头技术要求	15
二维码 5	基础及柱下独立基础配筋及施工图表达方式	15
二维码 6	钢筋混凝土柱配筋及施工图表达方式	19
二维码 7	钢筋混凝土梁配筋及施工图表达方式	27
二维码 8	板式楼梯配筋及施工图表达方式	48
二维码 9	现浇板配筋及施工图表达方式	64
二维码 10	剪力墙施工图平法表达方式	111
二维码 11	钢筋软件 G101. CAC 钢筋翻样示例	176
二维码 12	××××经济适用住房结构施工图	建模指导 28

# 模块一

## 熟悉钢筋混凝土结构

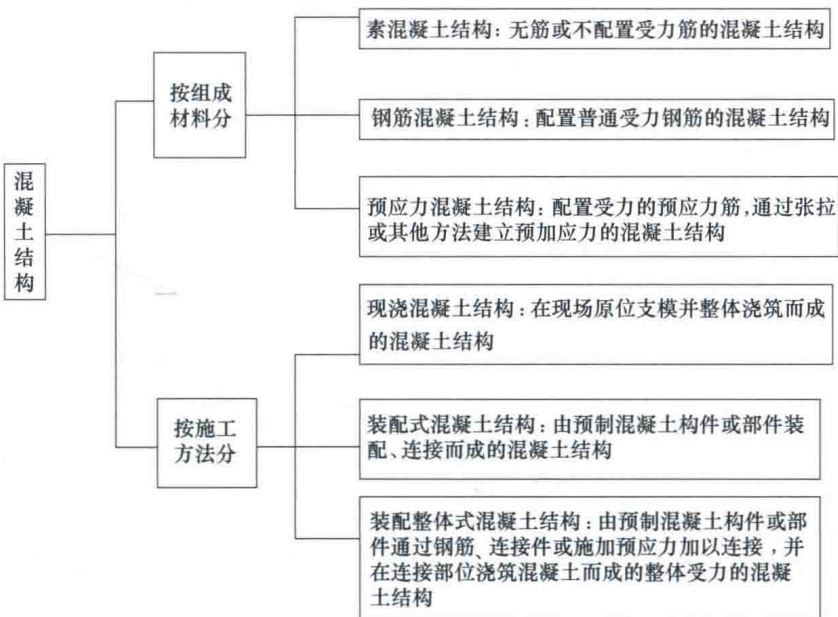
**导入** 钢筋混凝土结构是目前建筑工程中应用最为广泛的一种结构类型，故掌握钢筋混凝土结构施工技术是施工技术人员最为基本与核心的能力。按照结构施工图进行施工，必须熟悉钢筋混凝土结构基本受力性能、混凝土结构平法施工图表达与混凝土结构施工构造，才能够保证混凝土结构施工质量。

### 项目1 了解钢筋混凝土结构基本概念

任何建筑物都是由许许多多的构件和配件组成的，如梁、板、墙、柱和基础等，它们是建筑物的主要承重构件。这些构件相互支撑，连成整体，构成了房屋的承重系统。房屋的承重系统称为建筑结构，简称结构，组成这个系统的各个构件称为结构构件。

#### 任务1 了解混凝土结构分类

主要以混凝土为主制成的结构称为混凝土结构。混凝土结构包含以下几种类型：





目前, 建筑工程中广泛采用的是现浇钢筋混凝土结构(若未加特别指明, 本书中所说的混凝土结构均指现浇钢筋混凝土结构)。混凝土结构基本构件见图 1.1.1, 其中钢筋混凝土梁(以下简称梁)在结构中主要受弯、受剪、受扭; 钢筋混凝土柱(以下简称柱)在结构中主要受压、受弯; 钢筋混凝土板(以下简称板)在结构中主要受弯; 钢筋混凝土剪力墙(以下简称剪力墙)在结构中主要受剪、受压; 钢筋混凝土基础(以下简称基础)在结构中主要受压、受弯、抗冲切。

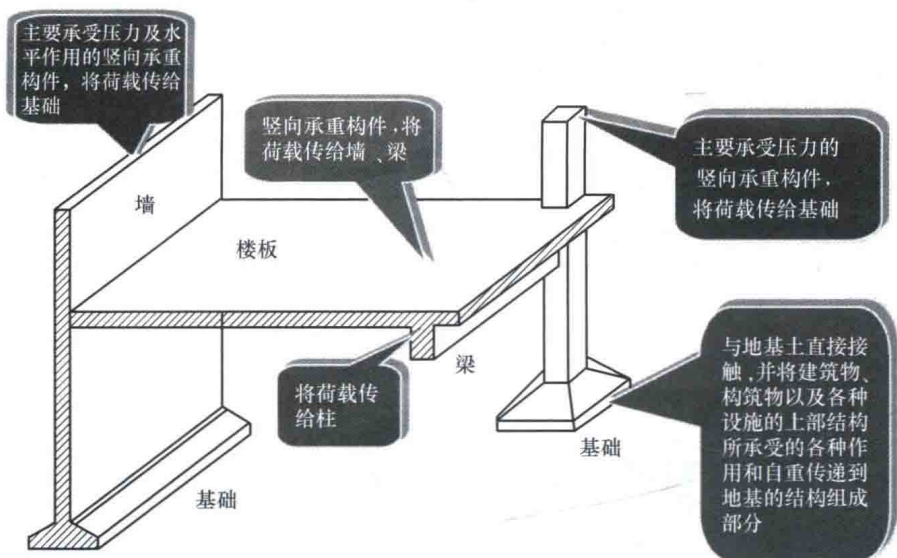


图 1.1.1 混凝土结构构件



组成钢筋混凝土结构的混凝土和钢筋有哪些技术要求?  
如不熟悉, 请扫描右侧二维码了解一下吧!



## 任务 2 了解混凝土结构体系

为了便于分析结构内力, 从而进行配筋设计, 根据受力和构造特点不同, 将混凝土结构划分为框架结构、剪力墙结构、框架-剪力墙结构、部分框支剪力墙结构、筒体结构、板柱结构、单层厂房结构等几种结构体系。

### 一、框架结构

由梁、柱和板为主要构件组成的承受竖向和水平作用的结构称为框架结构(见图 1.1.2), 它是多层房屋的常用结构形式。

#### 特别提示

框架结构体系的最大特点是承重结构和围护、分隔构件完全分开, 墙只起围护、分隔作用。框架结构在水平作用下表现出抗侧移刚度小、水平位移大的特点, 属于柔性结构, 故随着房屋层数的增加, 水平作用逐渐增大, 因此会由于侧移过大而不能满足使用要求, 或形成肥梁胖柱的不经济结构。

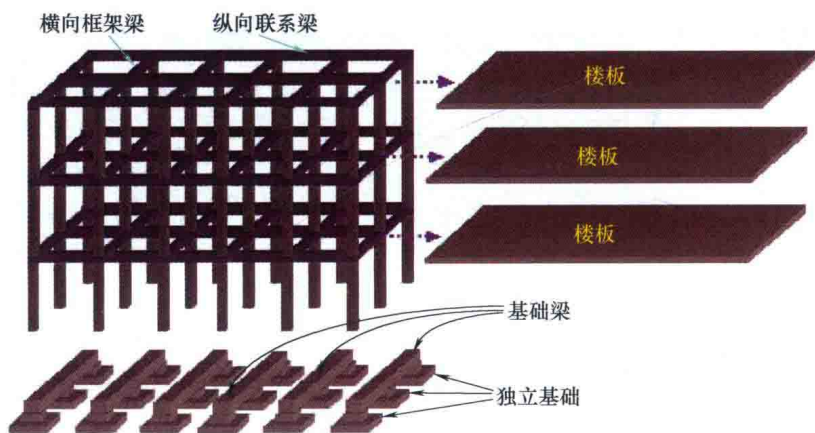
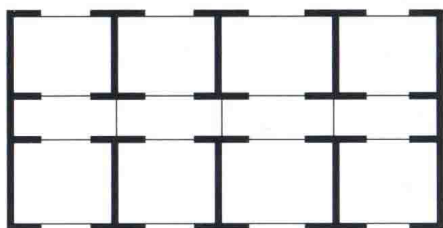


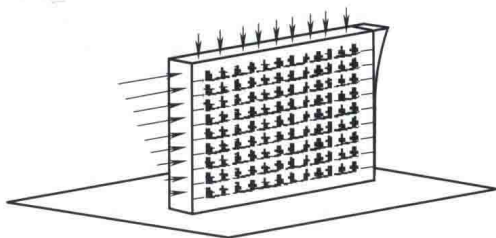
图 1.1.2 框架结构

## 二、剪力墙结构

利用钢筋混凝土剪力墙作为竖向承重及抗侧力构件的结构称为剪力墙结构（见图 1.1.3）。所谓剪力墙，实质上是固结于基础的钢筋混凝土墙片，具有很高的抗侧移能力。因其既承担竖向荷载，又承担水平作用产生的剪力，故名剪力墙。



(a) 剪力墙结构平面图



(b) 剪力墙侧向位移

图 1.1.3 剪力墙结构

## 三、框架-剪力墙结构

为了弥补框架结构中随房屋层数增加，水平作用迅速增大而侧向刚度不足的缺点，可在框架结构中设置部分钢筋混凝土剪力墙，形成框架和剪力墙共同承受竖向和水平作用的体系，即框架-剪力墙结构，简称框-剪结构，如图 1.1.4 所示。剪力墙可以是单片墙体，也可以是电梯井、楼梯井、管道井组成的封闭式井筒。

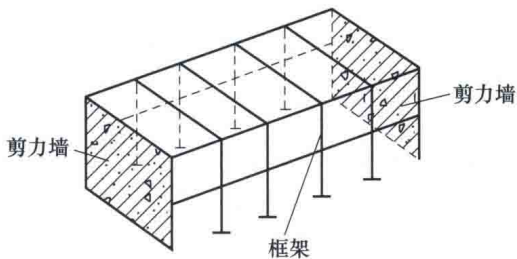
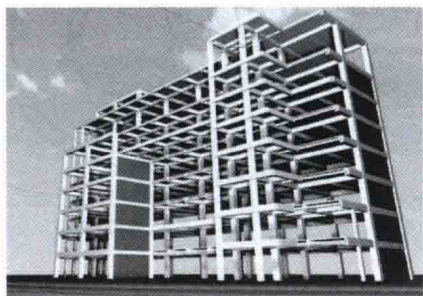


图 1.1.4 框架-剪力墙结构

## 特别提示

框-剪结构的侧向刚度比框架结构大，大部分水平作用由剪力墙承担，而竖向荷载主要由框架承受。同时由于它只在部分位置上有剪力墙，保持了框架结构易于分割空间、立面易于变化等优点。此外，这种体系的抗震性能也较好。所以，框-剪体系在多层及高层办公楼、住宅等建筑中得到了广泛应用。

## 四、部分框支剪力墙结构

当剪力墙结构的底部要求有较大空间时，可将底部一层或几层部分剪力墙设计为框支剪力墙（剪力墙不落地），形成部分框支剪力墙结构，如图 1.1.5 所示。部分框支剪力墙结构属竖向不规则结构，上下层不同结构的内力和变形通过转换层传递，抗震性能较差，烈度为 9 度的地区不应采用。

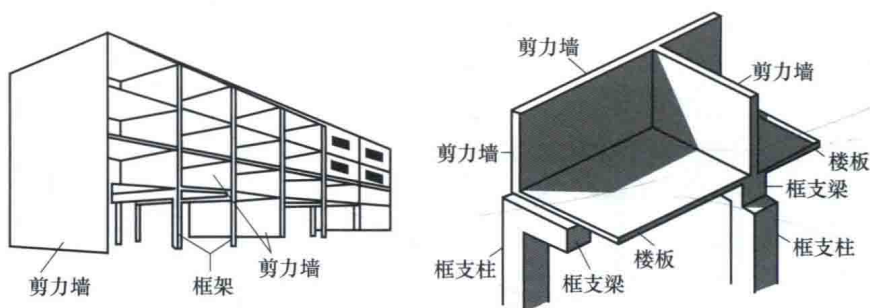


图 1.1.5 部分框支剪力墙结构

## 五、筒体结构

以筒体为主组成的承受竖向和水平作用的结构称为筒体结构，如图 1.1.6 所示。所谓筒体，是指由若干片剪力墙围合而成的封闭并筒式结构，其受力类似于固结于基础上的筒形悬臂构件。

根据房屋高度及其所受水平作用的不同，筒体结构可以布置成框架核心筒结构、筒中筒结构等结构形式。筒体结构多用于高层或超高层公共建筑中，如饭店、银行、通信大楼等。

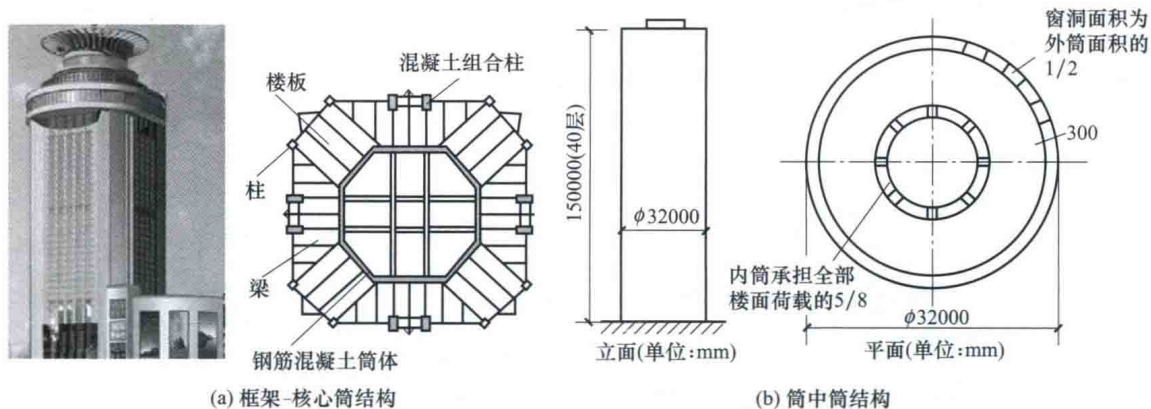


图 1.1.6 筒体结构

## 六、板柱-剪力墙结构

板柱-剪力墙结构是由无梁楼盖与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（见图 1.1.7）。板柱-剪力墙结构形式在地下工程中广泛应用。

板柱框架是由楼板和柱组成承重体系的房屋结构，也称无梁楼盖体系（见图 1.1.18）。它的特点是室内楼板下没有梁，空间通畅简洁，平面布置灵活，能降低建筑物层高。

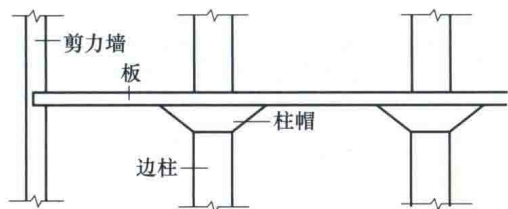


图 1.1.7 板柱-剪力墙结构

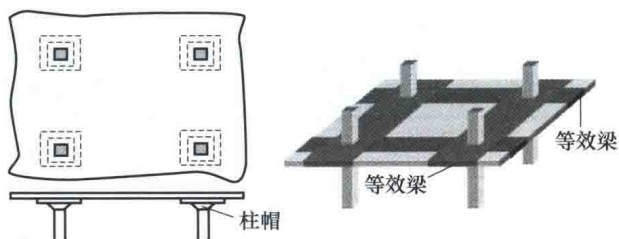
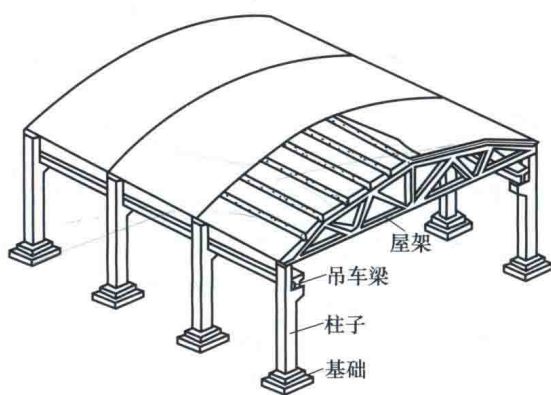


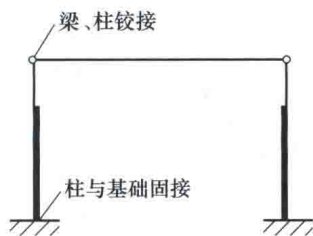
图 1.1.8 板柱框架

## 七、单层厂房结构

单层厂房结构是由屋面横梁（屋架或屋面大梁）和柱及基础组成，主要用于单层工业厂房，如图 1.1.9 (a) 所示。设计分析时，一般假定屋面横梁与柱的顶端铰接，柱的下端与基础顶面固结，形成铰接排架，如图 1.1.9 (b) 所示。



(a) 单层工业厂房组成



(b) 铰接排架

图 1.1.9 单层厂房结构

### 项目 2

## 熟悉钢筋锚固长度与混凝土保护层厚度

### 任务 1 熟悉钢筋锚固长度

**思考** 钢筋与混凝土的材料性能相差很大，为什么能够共同受力、协调变形呢？

受力钢筋依靠其表面与混凝土的黏结作用或端部构造的挤压作用而达到设计承受应力所需的长度称为钢筋的锚固长度。只有钢筋有足够的锚固长度，才能积累足够的黏结力，从而实现钢筋与混凝土的共同受力、协调变形；如锚固失效，则结构将丧失承载能力并由此导致结构破坏。《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图（现浇混凝土框架、剪力墙、梁、板）》（16G101-1）中关于受拉钢筋的基本锚固长度  $l_{ab}$  及根据锚固条件修正后的实际锚固长度  $l_a$  规定见表 1.2.1 与表 1.2.2；抗震设计时受拉钢筋的基本锚固长度  $l_{abE}$  及根据锚固条件修正后的实际抗震锚固长度  $l_{aE}$  规定见表 1.2.3 与表 1.2.4。

表 1.2.1 受拉钢筋的基本锚固长度  $l_{ab}$

单位：mm

钢筋种类	混凝土强度等级								
	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	≥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 1.2.2 受拉钢筋的锚固长度  $l_a$

单位：mm

钢筋种类	混凝土强度等级																	
	C20		C25		C30		C35		C40		C45		C50		C55		≥C60	
	$d \leq 25$	$> 25$	$d \leq 25$	$> 25$	$d \leq 25$	$> 25$	$d \leq 25$	$> 25$	$d \leq 25$	$> 25$	$d \leq 25$	$> 25$	$d \leq 25$	$> 25$	$d \leq 25$	$> 25$	$d \leq 25$	$> 25$
HPB300	39d	—	34d	—	30d	—	28d	—	25d	—	24d	—	23d	—	22d	—	21d	—
HRB335 HRBF335	38d	42d	33d	36d	29d	32d	27d	30d	25d	28d	23d	25d	22d	24d	21d	23d	21d	23d
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 1.2.3 抗震设计时受拉钢筋基本锚固长度  $l_{abE}$

单位：mm

钢筋种类	抗震等级	混凝土强度等级								
		C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	≥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
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：四级抗震时， $l_{abE} = l_{ab}$ 。

表 1.2.4 受拉钢筋的抗震锚固长度  $l_{aE}$

单位：mm

钢筋种类	抗震等级	混凝土强度等级																	
		C20		C25		C30		C35		C40		C45		C50		C55		≥C60	
		$d \leq 25$	$> 25$	$d \leq 25$	$> 25$	$d \leq 25$	$> 25$	$d \leq 25$	$> 25$	$d \leq 25$	$> 25$	$d \leq 25$	$> 25$	$d \leq 25$	$> 25$	$d \leq 25$	$> 25$		
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	48d	38d	41d	33d	37d	31d	35d	29d	32d	26d	29d	25d	28d	24d	26d	24d	26d
	三级	40d	44d	35d	38d	30d	34d	28d	32d	26d	29d	24d	26d	23d	25d	22d	24d	22d	24d

钢筋种类	抗震等级	混凝土强度等级																	
		C20		C25		C30		C35		C40		C45		C50		C55		$\geq C60$	
		$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$
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



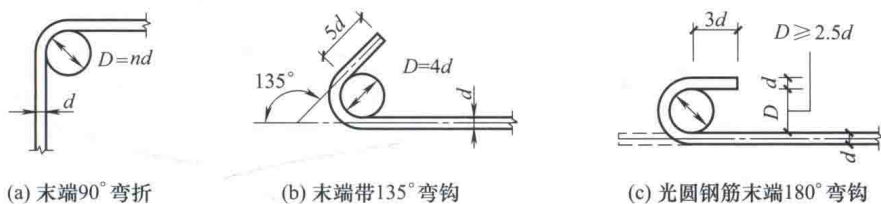
结构抗震等级是如何划分的？

如不熟悉，请扫描右侧二维码了解一下吧！



为保证钢筋和混凝土之间的黏结力，防止钢筋在受拉时滑动，可采用钢筋末端弯钩（图 1.2.1）（对于 HPB300 级钢筋，由于表面光滑，锚固强度低，故作为主受力筋时末端应做 180°弯钩，但作受压钢筋时可不做弯钩），或者采用机械锚固措施（见图 1.2.2）。

混凝土结构中的纵向受压钢筋，当计算中充分利用其抗压强度时，锚固长度不应小于相应受拉锚固长度的 70%。



注：钢筋弯折 90°的弯弧内直径  $D$  应符合下列规定。

1. 光圆钢筋，不应小于钢筋直径的 2.5 倍。
2. 335MPa 级、400MPa 级带肋钢筋，不应小于钢筋直径的 4 倍。
3. 500MPa 级带肋钢筋，当直径  $d \leq 25$  时，不应小于钢筋直径的 6 倍；当直径  $d > 25$  时，不应小于钢筋直径的 7 倍。
4. 位于框架结构顶层端节点处的梁上部纵向钢筋和柱外侧纵向钢筋，在节点角部弯折处，当钢筋直径  $d \leq 25$  时，不应小于钢筋直径的 12 倍；当直径  $d > 25$  时，不应小于钢筋直径的 16 倍。
5. 箍筋弯折处尚不应小于纵向受力钢筋直径；箍筋弯折处纵向受力钢筋为搭接或并筋时，应按钢筋实际排布情况确定箍筋弯弧内直径。

图 1.2.1 弯钩锚固的形式和技术要求

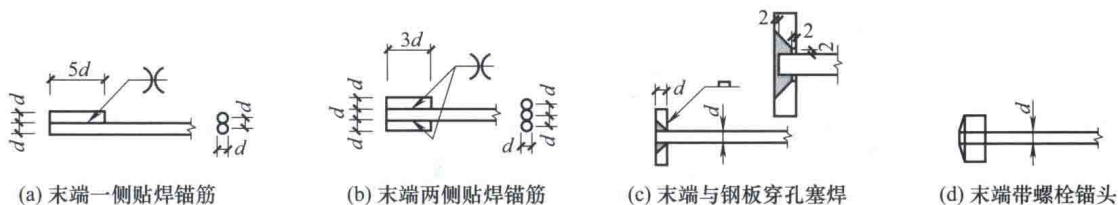


图 1.2.2 机械锚固的形式和技术要求

## 任务2 熟悉混凝土保护层厚度

为了保护钢筋（防腐、防火）及保证钢筋与混凝土之间的黏结力，混凝土构件中，最外层钢筋（箍筋、构造筋、分布筋）外边缘至混凝土表面之间需有一定厚度的混凝土层，称为混凝土保护层，这一保护层的厚度称为混凝土保护层厚度  $c$ （见图 1.2.3，图中  $c_{\min}$  为混凝土保护层最小厚度，见表 1.2.5）。

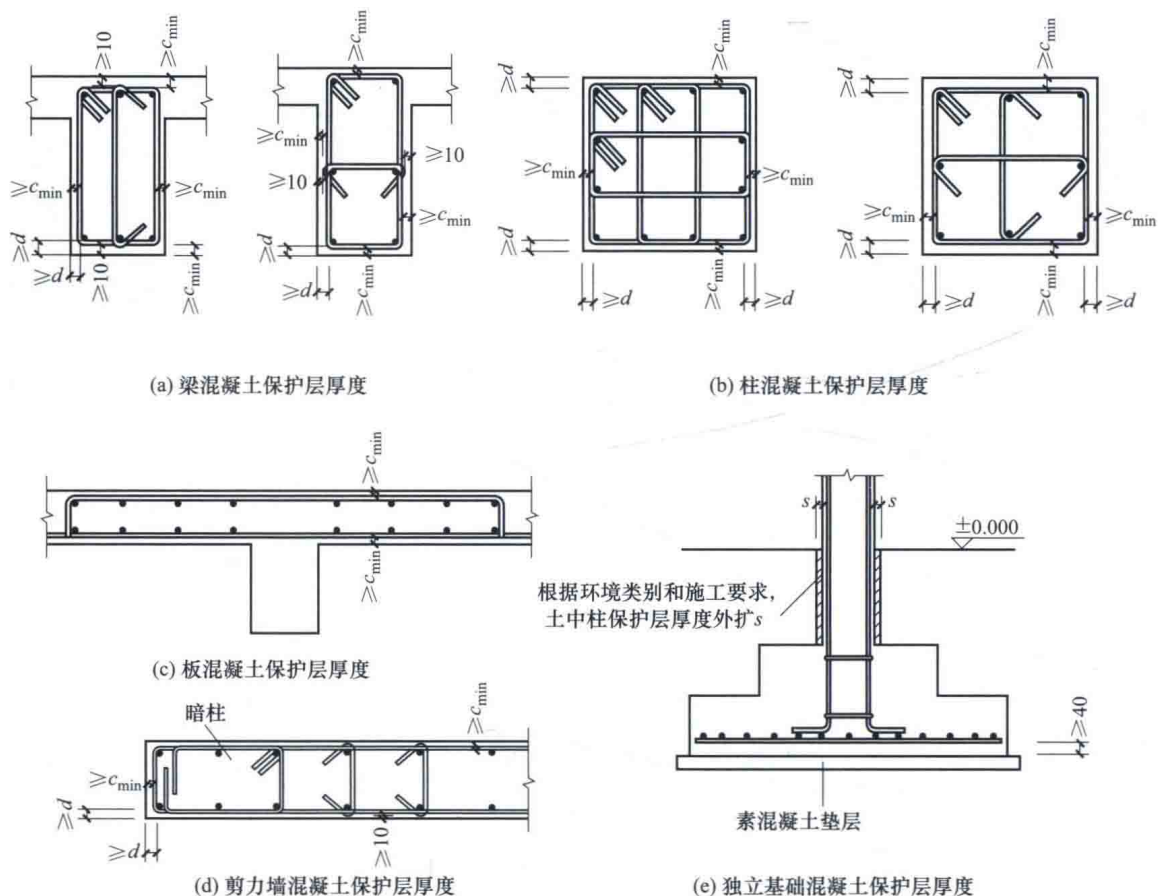


图 1.2.3 混凝土保护层厚度示意图

设计使用年限为 50 年的混凝土结构，其混凝土保护层最小厚度  $c_{\min}$  见表 1.2.5。

表 1.2.5 混凝土保护层的最小厚度

单位：mm

环境类别	板、墙		梁、柱		基础梁 (顶面和侧面)		独立基础、条形基础、 筏形基础(顶面和侧面)	
	≤C25	≥C30	≤C25	≥C30	≤C25	≥C30	≤C25	≥C30
一	20	15	25	20	25	20	—	—
二 a	25	20	30	25	30	25	25	20
二 b	30	25	40	35	40	35	30	25
三 a	35	30	45	40	45	40	35	30
三 b	45	40	55	50	55	50	45	40

注：钢筋混凝土基础宜设置混凝土垫层，基础底部钢筋的混凝土保护层厚度应从垫层顶面算起，且不应小于 40mm；无垫层时，不应小于 70mm。



结构所处环境类别是如何划分的？  
如不熟悉，请扫描右侧二维码了解一下吧！



## 项目 3

# 熟悉混凝土结构施工图的组成与表示方法

## 任务 1 熟悉混凝土结构施工图组成

结构施工图是建筑工程图的重要组成部分，是在建筑专业施工图给出的框架之内，对建筑的结构体系、结构构件进行详细规划和设计的专业图纸。是主体结构施工放线、基槽开挖、绑扎钢筋、支设模板、浇筑混凝土以及计算工程造价、编制施工组织设计的依据。结构施工图用“结施”或“JS”进行分类。

结构施工图的基本内容包括图纸和文字资料两个部分：第一部分是图纸，包括结构布置图和构件详图；第二部分是文字资料，包括结构设计说明和结构计算书（只作为设计单位内部审核资料，不提供给施工单位）。

### 一、结构设计说明

结构设计说明是结构施工图的综合性文件，它要结合现行规范的要求，针对建筑工程结构的通用性与特殊性，将结构设计的依据、选用的结构材料、选用的标准图和对施工的特殊要求等，用文字及表格的表述方式形成的设计文件。它一般要包括以下内容。

(1) 工程概况：如建设地点、抗震设防烈度、结构抗震等级、荷载等级、结构形式等。

(2) 材料的情况：如混凝土的强度等级、钢筋的级别以及砌体结构中块材和砌筑砂浆的强度等级等。

(3) 结构的构造要求：如混凝土保护层厚度、钢筋的锚固、钢筋的接头要求等。

(4) 地基基础的情况：如地质（包括土质类别、地下水位、土壤冻深等）情况、不良地基的处理方法和要求、对地基持力层的要求、基础的形式、地基承载力特征值或桩基的单桩承载力特征值、试桩要求、沉降观测要求以及地基基础的施工要求等。

(5) 施工要求：如对施工顺序、方法、质量标准的要求及与其他工种配合施工方面的要求等。

(6) 选用的构件标准图集。

### 二、结构平面布置图

结构平面布置图主要包括以下内容。

(1) 基础平面图：主要表示基础平面布置及定位关系。如果采用桩基础，还应标明桩位；当建筑内部设有大型设备时，还应有设备基础布置图。

(2) 楼层结构平面布置图：主要表示各楼层的结构平面布置情况，包括柱、梁、板、墙、楼梯、雨篷等构件的尺寸和编号等。



(3) 屋顶结构平面布置图：主要表示屋盖系统的结构平面布置情况。

### 三、结构详图

结构详图包括：梁、板、柱及基础详图，楼梯详图以及其他构件详图等。

#### 特别说明

施工图是建筑生产过程中最重要、最基本的技术文件，所有的施工过程都是在设计图纸的框架之内展开的。图纸是在建筑成为实物之前借助线条、图形、数字、文字等载体对建筑的全部技术信息进行描述的工程语言，并对建筑的整体具有权威的控制作用。由于施工图中大量的技术信息是用相对抽象的线条、图例和符号传递的，专业化程度较高，往往不能被基层的技能与劳务型的人员所认知。建筑施工企业的技术及管理人员担负着准确领会、全面掌握施工图传递的所有工程语言的责任，根据图纸的要求把图纸传递的工程语言演化成为操作层人员能够理解的行动命令。因此，熟练掌握识读图纸的能力，是从事建筑工程技术与管理工作的最起码的业务素质，也是能够与参与建筑生产工作的其他技术人员对话的基本“语言能力”。

一般情况下，一套完整的建筑工程设计图是由建筑专业、结构专业、设备专业（给排水、电气、供暖通风等）等专业的图纸构成的。拿到一套施工图时，一般的识读方法是：先粗看后细看，先整体后局部、细部；先建筑、后结构、再设备，相互对照发现问题、记录问题。

建筑施工图部分是整个工程施工图的龙头部分，它反映了整个建筑物的形状、大小、功能及立面造型等，应首先熟悉建筑施工图，在脑海中形成建筑物的整体轮廓。建筑施工图由图纸目录、建筑总平面图、建筑总说明、建筑平面图、建筑立面图、建筑剖面图及建筑详图六大部分组成。

## 任务2 熟悉混凝土结构施工图表示方法

目前，钢筋混凝土结构施工图的表现方式采用平面整体表示方法（以下简称“平法”）。所谓平法就是把结构构件尺寸和钢筋等，按照平面整体表示方法的制图规则，整体直接表达在各类构件的结构平面布置图上，再与标准构造详图相配合，构成一套完整的结构施工图的方法。钢筋混凝土结构平法施工图的识读方法及其施工构造要求，将在后续章节中结合实际工程案例、通过 BIM 技术详加介绍。

目前已出版发行的常用平法标准设计系列国标图集（图 1.3.1）较多，对于现浇钢筋混凝土结构而言，主要涉及有：

(1) 国家建筑标准设计图集 16G101-1：《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图（现浇混凝土框架、剪力墙、梁、板）》（以下简称《16G101-1》）；

(2) 国家建筑标准设计图集 16G101-2：《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图（现浇混凝土板式楼梯）》（以下简称《16G101-2》）；

(3) 国家建筑标准设计图集 16G101-3：《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图（独立基础、条形基础、筏形基础及桩基承台）》（以下简称《16G101-3》）。