

模块 3 现浇钢筋混凝土工程施工



导读

目前,建筑主体结构多为现浇钢筋混凝土结构,这种结构具有整体性好、抗震性强、节约钢材、耐久性高等优点,在各类建筑中得到了广泛应用。随着建筑行业的快速发展,对建筑施工技术人才的要求也越来越高。在现浇钢筋混凝土结构施工中,要切实掌握施工要点,全方位把控现浇钢筋混凝土结构施工的各个工序,有效提高结构施工质量,为项目总体建设水平的提升奠定坚实基础。



素养目标

- 培养开拓进取的创新精神。
- 培养一丝不苟的规范意识。
- 树立全局规划的整体观念。



知识目标

- 掌握结构施工图识图方法。
- 掌握模板工程、钢筋工程和混凝土工程的施工方法。
- 掌握模板工程、钢筋工程和混凝土工程的质量控制要求。



技能目标

- 能编制钢筋混凝土结构施工方案。
- 能使用 BIM 软件进行深化设计和施工动画模拟。

3.1 现浇混凝土结构概述

3.1.1 现浇混凝土结构的概念

建筑主体工程是指位于地基与基础之上,承担和传递建设工程所有上部荷载,维持结构整体性和安全性的承重结构体系。建筑主体工程包括混凝土工程、砌体工程、钢结构工程等,如图 3-1 所示。在建筑施工中以混凝土为主的结构称为混凝土结构,包括素混凝土



现浇混凝土结构概述

土结构、钢筋混凝土结构和预应力混凝土结构。按施工方法可分为现浇混凝土结构和装配式混凝土结构，如图 3-2 所示。现浇混凝土结构是指在现场原位支模并整体浇筑而成的混凝土结构，简称为现浇结构。与之对应的是装配式混凝土结构，即由预制混凝土构件或部件装配、连接而成的混凝土结构，简称为装配式结构。现有混凝土结构多为现浇混凝土结构。



图 3-1 建筑主体工程分类

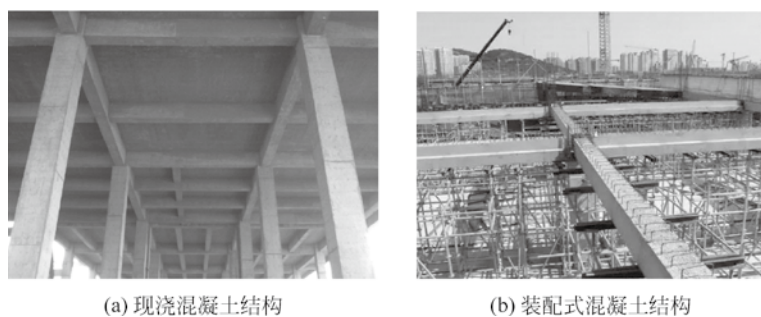


图 3-2 混凝土结构按施工方法分类

现浇混凝土工程施工是按照设计要求对钢筋混凝土结构进行现场浇筑的一种建筑工程施工方法，施工工序主要包括模板工程施工、钢筋工程施工、混凝土工程施工等，如图 3-3 所示。

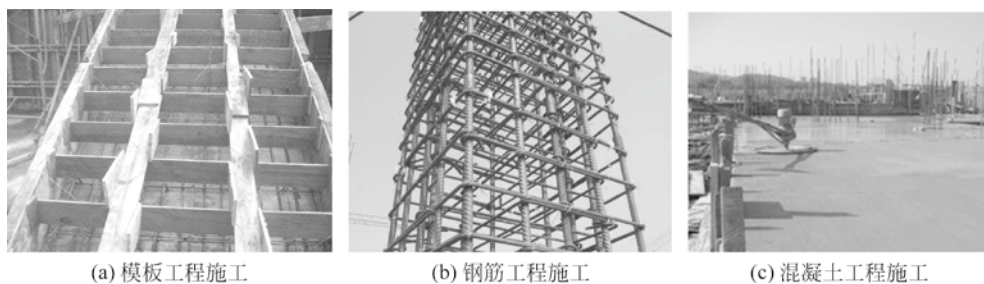


图 3-3 现浇混凝土工程施工的主要施工工序

3.1.2 现浇混凝土结构体系

建筑结构体系是指建筑物承重体系的形式和结构形态。选用合理的结构体系和结构布置对满足混凝土结构的建筑功能要求和抗震性能至关重要是很有必要的。常用的混凝土结构体系主要有钢筋混凝土框架结构、钢筋混凝土剪力墙结构、钢筋混凝土框架—剪力墙结构和钢筋混凝土筒体结构。

1. 钢筋混凝土框架结构

如图 3-4 所示, 钢筋混凝土框架结构体系是由柱和梁组成的平面和空间刚性框架, 柱和梁由钢筋混凝土构成, 其特点是柱间梁连通, 能够承受垂直荷载和水平荷载, 被广泛应用于各种建筑类型。

2. 钢筋混凝土剪力墙结构

将房屋的内、外墙都做成实体的钢筋混凝土结构, 将建筑物的墙体作为竖向承重和抵抗水平力的结构, 这种体系为剪力墙结构体系, 如图 3-5 所示。现浇钢筋混凝土剪力墙结构的整体性好、刚度大、在水平力作用下侧向变形很小, 墙体截面积大, 承载力要求也比较容易满足, 抗震性能也较好。剪力墙体系的适用高度一般不超过 180m, 常用于住宅、旅馆等开间较小的高层建筑。

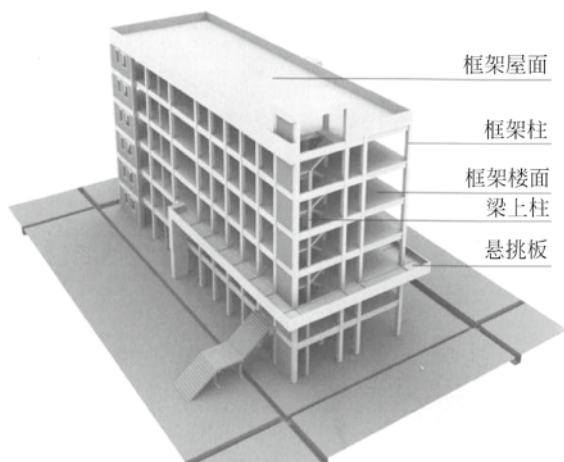


图 3-4 钢筋混凝土框架结构

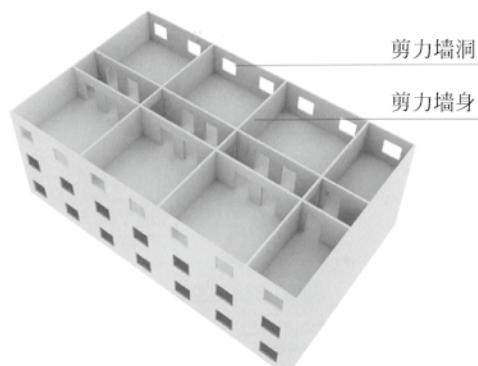


图 3-5 钢筋混凝土剪力墙结构

3. 钢筋混凝土框架—剪力墙结构

框架结构侧向刚度差, 抵抗水平荷载能力较低, 地震作用下变形大。但它具有平面布置灵活、空间较大、立面处理易于变化等优点。而剪力墙结构则相反, 抗侧力刚度、强度大, 但限制了使用空间。把两者结合起来取长补短, 在框架中设置一些剪力墙就成了框架—剪力墙(简称框—剪)体系, 如图 3-6 所示。该体系综合了框架结构和剪力墙结构的优点, 其中竖向荷载主要由框架承担, 水平荷载则主要由剪力墙承担。框—剪体系的适用高度一般不超过 170m。

4. 钢筋混凝土筒体结构

随着房屋楼层数、高度的增加和抗震设防要求的提高, 上述基于平面工作状态的框架、剪力墙所组成的高层建筑结构体系便不能满足要求。在这种情况下, 应将剪力墙构成空间薄壁筒体作为竖向悬臂箱形梁, 或将框架的柱子密集排列, 使梁的刚度加强成为框筒, 以一个或多个筒体作为主要抵抗水平力的结构称为筒体结构, 如图 3-7 所示。由核心筒、框筒等基本单元组成的承重结构体系称为筒体体系。根据房屋高度及其所受水平力的不同, 筒体体系可以布置成核心筒结构、框筒结构、筒中筒结构、框架核心筒结构、成束筒结构和多重筒结构等形式。筒中筒结构通常用框筒作为外筒, 实腹筒作为内筒。

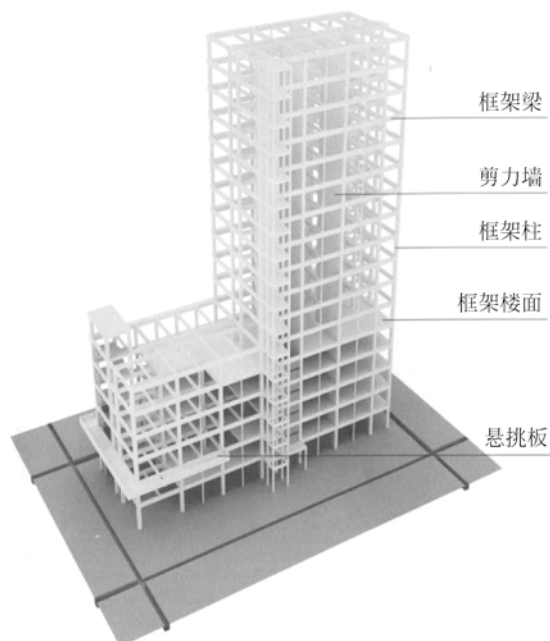


图 3-6 钢筋混凝土框架—剪力墙结构

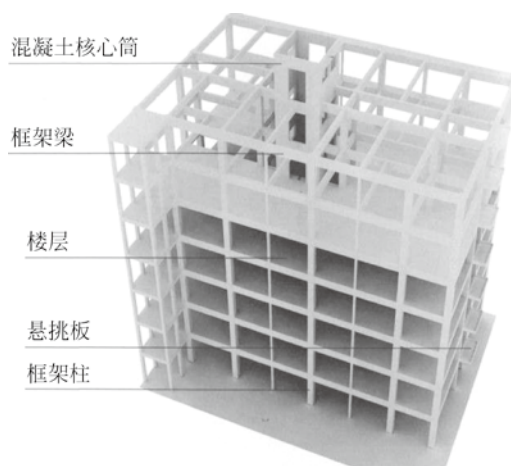


图 3-7 钢筋混凝土筒体结构

3.1.3 工程概况

本模块将根据某商业 MALL 项目介绍现浇混凝土工程施工。

如图 3-8 所示，某商业 MALL 项目为一类高层公共建筑。地下 2 层，主要为机动车库、非机动车库，配套设备用房及商业场所；地上 6 层，主要为商业场所。建筑高度 32.05m，结构形式为框架结构，现浇混凝土楼板，抗震等级为一级。基础类型为桩筏基础。



图 3-8 某商业 MALL 项目效果图

3.2 结构施工图识图

3.2.1 结构施工图的概念

结构施工图是设计人员综合考虑建筑的规模、使用功能、业主要求、当地材料的供

应情况、场地周边的现状、抗震设防要求等因素，根据国家及省、区、市有关现行规范和规程，以经济合理、技术先进、确保安全为原则而形成的结构专业设计文件。主要用作施工放线、开挖基槽、支模板、绑扎钢筋、设置预埋件、浇捣混凝土和安装梁（板、柱）等构件及编制预算和施工组织计划等的依据。

相对其他专业，结构施工图表达的内容较多，在整个施工过程中占有举足轻重的作用。它是表达承重构件（如基础、梁、板、柱及其他构件）的布置、形状、大小、材料、构造及其相互关系的图样。所涉及的材料选用、钢筋布置、节点连接、抗震设计与构造要求等设计内容及图示方法是初学者识图的难点。

结构施工图的组成一般按施工顺序排序，依次为图纸目录、结构设计总说明、基础平面图、基础详图、柱（剪力墙）平面布置图（自下而上按层排列）、梁平面布置图（自下而上按层排列）、楼（屋）面结构平面图（自下而上按层排列）、楼梯及构件详图等。

3.2.2 平法施工图基础知识

我国的结构施工图设计经历了三个时期：一是中华人民共和国成立初期至20世纪90年代末的详图法（又称配筋图）；二是20世纪80年代初期至90年代初在我国东南沿海开放城市应用的梁柱表法；三是20世纪90年代至今普及的平面整体表示方法。

平面整体表示方法简称为平法，此方法把结构构件的尺寸和配筋等信息按照平面整体表示方法的制图规则，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，即构成一套完整的结构设计施工图纸。取代了传统的将构件从结构平面布置图中索引出来，再逐个绘制配筋详图的烦琐方法。

平法的优点是图面简洁、清楚、直观性强，图纸数量少，深受设计人员和施工人员欢迎。为了保证按平法设计的结构施工图实现全国统一，住房和城乡建设部于2003年1月20日下发通知，批准《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》纳入国家建筑标准设计图集。其间经过不断修改完善，目前执行的是2022年修订的新图集22G101-1、2、3。

目前大部分的结构施工图都采用平法，对于复杂平面和复杂构件，设计人员会辅以详图法进行绘制，以更好地表达设计意图。

1. 绘制平法施工图时应明确的内容

绘制平法施工图时应明确的内容如下。

（1）必须根据具体工程设计，按照各类构件的平法制图规则，在按结构（标准）层绘制的平面布置图上直接表示各构件的配筋、尺寸和所选用的标准构造详图。出图时宜按基础、柱、剪力墙、梁、板、楼梯及其他构件的顺序排列。

（2）应将各构件进行编号，编号中含有类型代号和序号等。其中，类型代号的主要作用是指明所选用的标准构造详图。在标准构造详图上已经按其所属构件类型注明代号，以明确该详图与平法施工图中相同构件的互补关系，使两者结合构成完整的结构设计图。

（3）应当用表格或其他方式注明地下和地上各层的结构层楼（地）面标高、结构层高及相应的结构层号。

（4）在单项工程中其结构层楼面标高和结构层高必须统一，以确保基础、柱、墙、梁、板等使用同一标准竖向定位。为了便于施工，应将统一的结构层楼面标高和结构层高

分别放在柱、墙、梁等各类构件的平法施工图中。结构层楼面标高是指将建筑图中的各层地面和楼面标高值扣除建筑面层及垫层厚度后的标高，结构层号应与建筑楼面层号对应一致。

2. 平法施工图的制图规定

平法施工图的制图规定如下。

(1) 采用正投影法绘制。

(2) 应遵守《房屋建筑制图统一标准》(GB/T 50001—2017)、《建筑结构制图标准》(GB/T 50105—2010)等的规定。

(3) 构件的名称用代号表示，22G101图集对柱、墙、梁、板、板其他相关构造类型平法编号分别如表 3-1~表 3-5 所示。

表 3-1 柱平法编号表

构件类型	代 号
框架柱	KZ
转换柱	ZHZ
芯柱	XZ

注：编号时，当柱的总高、分段截面尺寸和配筋均对应相同，仅截面与轴线的关系不同时，仍可将其编为同一柱号，但应在图中注明截面与轴线的关系。

表 3-2 墙平法编号表

构件类型		代 号
墙身		Q
墙柱	约束边缘构件	YBZ
	构造边缘构件	GBZ
	非边缘暗柱	AZ
	扶壁柱	FBZ
墙梁	连梁	LL
	连梁（跨高比不小于 5）	LLK
	连梁（对角暗撑配筋）	LL（JC）
	连梁（对角斜筋配筋）	LL（JX）
	连梁（集中对角斜筋配筋）	LL（DX）
	暗梁	AL
	边框梁	BKL

注：

1. 构造边缘构件包括构造边缘暗柱、构造边缘端柱、构造边缘翼墙、构造边缘转角墙四种，约束边缘构件包括约束边缘暗柱、约束边缘端柱、约束边缘翼墙、约束边缘转角墙四种。

2. 在编号中，如若干墙柱的截面尺寸与配筋相同，仅截面与轴线的关系不同时，可将其编为同一墙柱号；又如若干墙身的厚度尺寸和配筋均相同，仅墙厚与轴线的关系不同或墙身长度不同时，也可将其编为同一墙身号。但应在图中注明与轴线的几何关系。

3. 在具体工程中，当某些墙身需设置暗梁或边框梁时，宜在剪力墙平法施工图或梁平法施工图中绘制暗梁或边框梁的平面布置图并编号，以明确其具体位置。

表 3-3 梁平法编号表

构件类型	代 号	构件类型	代 号
楼层框架梁	KL	托柱转换梁	TZL
楼层框架扁梁	KBL	悬挑梁	XL
屋面框架梁	WKL	框支梁	KZL
井字梁	JZL	非框架梁	L

注:

1. (XXA) 为一端有悬挑, (XXB) 为两端有悬挑, 悬挑不计入跨数。
2. 楼层框架扁梁节点核心区代号为 KBH。
3. 非框架梁 L、井字梁 JZL 表示端支座为铰接; 当非框架梁 L、井字梁 JZL 端支座上部纵筋为充分利用钢筋的抗拉强度时, 在梁代号后加“g”。
4. 当非框架梁 L 按受扭设计时, 在梁代号后加“N”。

表 3-4 板平法编号表

构件类型	代 号
屋面板	WB
楼面板	LB
悬挑板	XB

表 3-5 板其他相关构造类型平法编号表

构件类型	代 号	构件类型	代 号
纵筋加强带	JQD	后浇带	HJD
柱帽	ZMx	局部升降板	SJB
板加腋	JY	板开洞	BD
板翻边	FB	角部加强筋	Crs
抗冲切箍筋	Rh	抗冲切弯起筋	Rb

3. 平法施工图的组成

平法施工图主要由三部分组成: ①结构设计说明; ②结构布置图; ③构件详图。具体内容见表 3-6 所示。对复杂的建筑物需增加模板、开洞和预埋件等平面图。

表 3-6 平法施工图的组成

组成部分	主要内容
结构设计说明	用文字的形式表达工程概况、结构设计依据、结构材料要求、选用的标准图和施工的特殊要求。结构设计说明是结构施工图的纲领性文件
结构布置图	结构布置图是房屋承重构件的整体布置图, 主要表示结构构件的位置、数量、型号及相互关系。常用的结构平面布置图有基础平面图、楼层结构平面图、屋面结构平面图、柱网平面图等
构件详图	表示单个构件、形状、尺寸、材料、构造及工艺的详图

3.2.3 平法施工图的表示方法

1. 柱平法施工图的表示方法

柱平法施工图是在柱平面布置图上采用截面注写方式或列表注写方式表达图纸信息。

1) 柱截面注写方式

在柱平面布置图的柱截面上，分别在不同编号中各选择一个截面，以直接注写截面尺寸和配筋具体数值的方式来表达柱平法施工图，如图 3-9 所示。

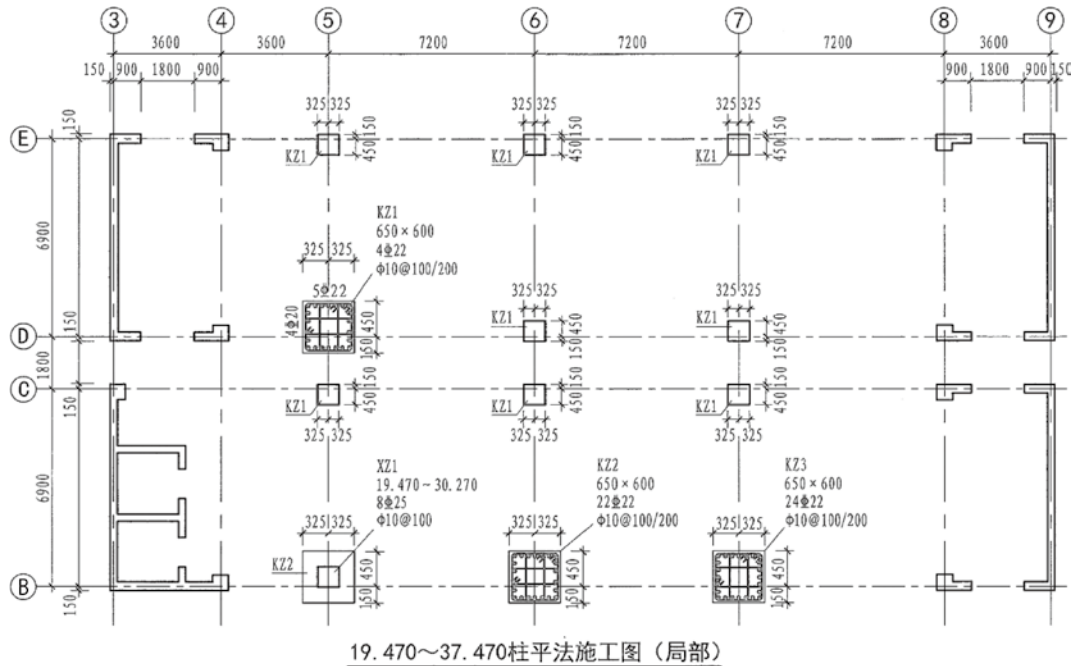


图 3-9 柱平法施工图截面注写方式

当采用截面注写方式时，在柱截面配筋图上直接注写的主要内容有：柱编号、截面尺寸、纵向钢筋、箍筋以及柱截面与轴线关系的具体数值。此外，图中还应标注各段柱分段的起止标高。

注写柱截面尺寸。对于矩形柱，注写柱截面尺寸 $b \times h$ 及与轴线关系的几何参数代号 b_1 、 b_2 和 h_1 、 h_2 的具体数值，需对应于各段柱分别注写。截面的横边为 b 边（与 X 向平行），竖边为 h 边（与 Y 向平行），其中， $b = b_1 + b_2$ ， $h = h_1 + h_2$ 。例如， 650×600 表示柱截面的横边 b 为 650mm、竖边 h 为 600mm。对于圆柱，柱截面尺寸 $b \times h$ 改用以 d 打头注写圆柱截面直径，例如， $d = 600$ 。

注写柱纵筋。当柱纵筋直径相同，各边根数也相同时（包括矩形柱、圆柱和芯柱），直接注写全部纵筋。当矩形截面的角筋与中部筋直径不同时，在直接引注中仅注写角筋，然后在柱截面配筋图上原位注写中部筋。框架柱通常采用对称配筋，所以可仅注写一侧中部筋，另一侧对称边省略不注。

注写柱箍筋。注写柱箍筋应包括钢筋级别、直径与间距，箍筋的肢数及复合方式应在柱截面配筋图上表示清楚。当圆柱采用螺旋箍筋时，需在箍筋前加 L 。

当为抗震设计时，用斜线“/”区分柱端箍筋加密区与柱身非加密区长度范围内箍筋的不同间距。

2) 柱列表注写方式

当采用柱列表注写方式设计柱平法施工图时，一般只需要采用适当比例绘制一张柱

平面布置图（包括框架柱、框支柱、芯柱、梁上柱和剪力墙上柱），分别在同一编号的柱中选择一个（有时需要选择几个）截面标注几何参数代号。同时在柱平面布置图上增设柱表，并在柱表中详细注写柱的截面尺寸与配筋的具体数值，并配以各种柱截面形状及其箍筋类型图。单项工程中的列表法柱平法施工图通常仅需要一张图纸，即可将柱平面布置图中所有柱从基础顶面（或基础结构顶面）到柱顶层的设计内容集中表达清楚。

2. 剪力墙平法施工图的表示方法

剪力墙平法施工图通过在柱、剪力墙平面布置图上采用列表注写方式或截面注写方式表达图纸内容。

1) 剪力墙截面注写方式

剪力墙截面注写方式通过在按标准层绘制的剪力墙平面布置图上，以直接在墙柱、墙身、墙梁上注写截面尺寸和配筋具体数值的方式来表达剪力墙平法施工图，如图 3-10 所示。

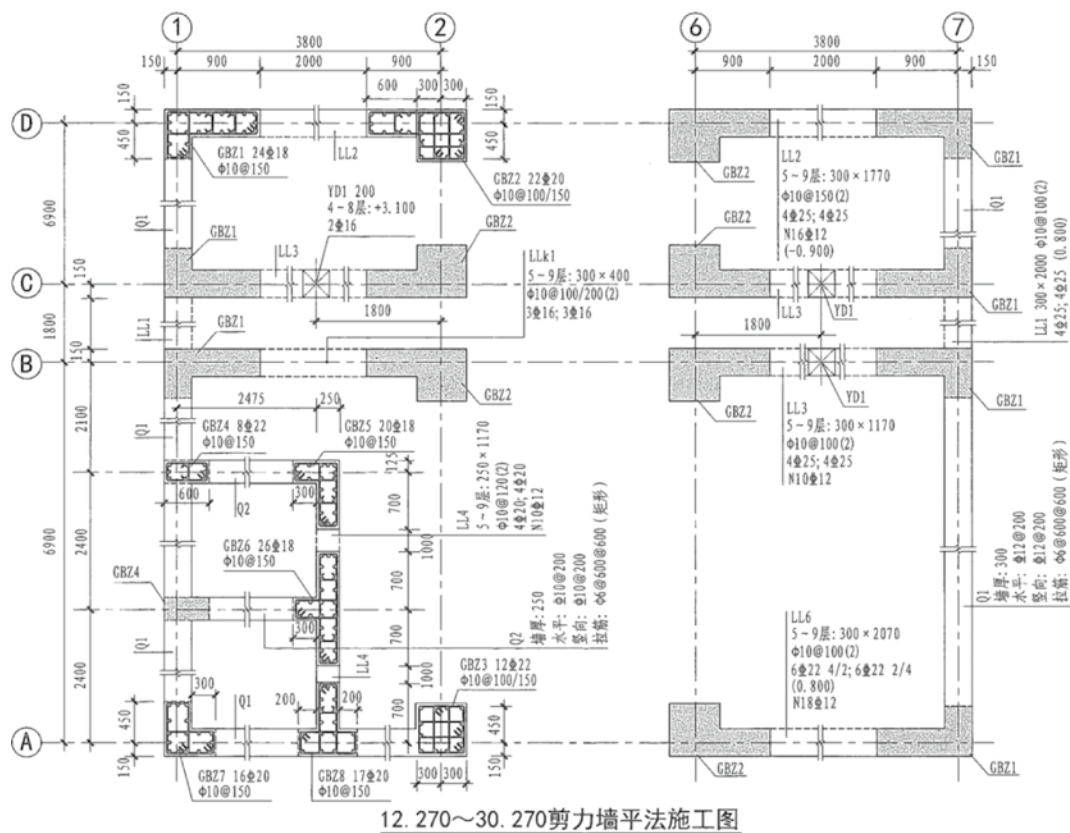


图 3-10 剪力墙平法施工图截面注写方式示例

选用适当比例原位放大绘制剪力墙平面布置图，其中对墙柱绘制配筋截面图，对所有墙柱、墙身、墙梁分别按规定进行编号，并分别在相同编号的墙柱、墙身、墙梁中选择一根墙柱、一道墙身、一根墙梁进行注写，其注写方式按以下规定进行。

(1) 从相同编号的墙柱中选择一个截面原位绘制墙柱截面配筋图，注明几何尺寸，并在各配筋图上继其编号后标注全部纵筋及箍筋的具体数值。

(2) 从相同编号的墙身中选择一道墙身,按顺序引注的内容为:墙身编号(应包括注写在括号内墙身所配置的水平与竖向分布钢筋的排数)、墙厚尺寸,水平分布钢筋、竖向分布钢筋和拉筋的具体数值。

(3) 从相同编号的墙梁中选择一根墙梁,采用平面注写方式。

当墙身水平分布钢筋不能满足连梁的侧面纵向构造钢筋的要求时,应补充注明梁侧面纵筋的具体数值。注写时,以大写字母“N”打头,接续注写梁侧面纵筋的总根数与直径。其在支座内的锚固要求同连梁中受力钢筋。

2) 剪力墙列表注写方式

剪力墙的列表注写方式,系分别在剪力墙柱表、剪力墙身表和剪力墙梁表中,对应于剪力墙平面布置图上的编号,用绘制截面配筋图并注写几何尺寸与配筋具体数值的方式,来表达剪力墙平法施工图,如图 3-11 所示。

3. 梁平法施工图的表示方法

在梁平面布置图上,分别在不同编号的梁中各选一根梁,在其上注写截面尺寸和配筋具体数值以表达梁平法施工图,如图 3-12 所示。

平面注写包括集中标注和原位标注。集中标注表达梁的通用数值,即梁多数跨都相同的设计数值;原位标注表达梁的特殊数值,即梁本跨的设计数值与集中标注不同的数值。当集中标注中的某项数值不适用于梁的某部位时,则将该项数值原位标注,施工时,原位标注取值优先。这样标注既有效减少了表达上的重复,又保证了数值的唯一性。

1) 梁集中标注

梁集中标注的内容有五项必注值及一项选注值,主要规定如下。

(1) 梁编号(该项为必注值)。由梁类型代号、序号、跨数及有无悬挑代号组成。

(2) 梁截面尺寸(该项为必注值)。当为等截面梁时,用 $b \times h$ 表示;当为竖向加腋梁时(见图 3-13),用 $b \times h Yc_1 \times c_2$ 表示,其中, c_1 为腋长, c_2 为腋高;当为水平加腋梁时(见图 3-14),用 $b \times h PYc_1 \times c_2$ 表示,其中, c_1 为腋长, c_2 为腋宽;当有悬挑梁且根部 and 端部的高度不同时,用斜线分隔根部与端部的高度值(该项为原位标注),即 $b \times h_1/h_2$ (见图 3-15)。

(3) 梁箍筋(该项为必注值)。该项包括钢筋级别、直径、加密区与非加密区间距及肢数。箍筋加密区与非加密区的不同间距及肢数须用斜线“/”分隔;当梁箍筋为同一种间距及肢数时,则无须用斜线;当加密区与非加密区的箍筋肢数相同时,则将肢数注写一次;箍筋肢数应写在括号内。根据相应抗震等级的标准构造详图确定加密区范围。

(4) 梁上部通长筋或架立筋配置(该项为必注值)。通长筋可为相同或不同直径采用搭接连接、焊接连接或机械连接的钢筋。所注规格与根数应根据结构受力要求及箍筋肢数等构造要求而定。当抗震框架梁箍筋采用 4 肢箍或更多肢时,由于通长筋一般仅需设置 2 根,所以应补充设置架立筋。

当同排纵筋中既有通长筋又有架立筋时,用加号“+”将通长筋和架立筋关联。标注时将角部纵筋写在加号的前面,架立筋写在加号后面的括号内,以示不同直径及其与通长筋的区别。当全部采用架立筋时,则将其写入括号内。

当梁的上部纵筋和下部纵筋为全跨相同,且多数跨配筋相同时,此项可加注下部纵筋的配筋值,用分号“;”将上部与下部纵筋的配筋值分隔开来。