

# 建筑结构 计算机辅助设计

主编 范幸义

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

# 建筑结构计算机辅助设计

主 编 范幸义

副主编 尹飞云

参 编 孙俊霞 任 粟 张 岩

## 内 容 简 介

本教材是土木工程专业(应用型本科)的核心课程教材。主要内容有建筑结构设计基本能力训练,结构荷载计算,应用计算机辅助设计软件对建筑结构的框架结构体系,剪力墙结构体系,框架—剪力墙结构体系和框架核心筒结构体系的实际工程进行结构施工图计算机辅助设计。本教材采用基于工作过程的项目式教学模式编写方式,是目前国内最新的教材编写模式。

本教材适用于土木工程专业(应用型本科)的学生,可作为土木工程专业(应用型本科)的“建筑结构计算机辅助设计”课程的教材,以及建筑结构设计的工程人员和设计院的设计人员参考书。

版权专有 侵权必究

---

### 图书在版编目(CIP)数据

建筑结构计算机辅助设计/范幸义主编. —北京:北京理工大学出版社, 2016. 4  
ISBN 978-7-5682-1853-5

I. ①建… II. ①范… III. ①建筑结构—计算机辅助设计—高等学校—教材  
IV. ①TU311.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 023423 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 / 三河市华骏印务包装有限公司

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 18.5

字 数 / 456 千字

版 次 / 2016 年 4 月第 1 版 2016 年 4 月第 1 次印刷

定 价 / 56.00 元

责任编辑 / 陆世立

文案编辑 / 赵 轩

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 马振武

---

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

# 前 言

随着我国房地产行业飞速发展,建设工程项目不断扩大,建筑设计技术水平不断提高,对建筑结构设计人员的计算机应用能力和要求也越来越高。特别对应用型本科土木工程专业适用的教材目前空缺,尤其对建筑结构计算机辅助设计 PMCAD 系列软件的应用,还没有配套的应用型本科教材。职业教育的教材应遵循职业教育的特点,采用任务驱动式或基于工作过程的教学模式。其教学内容要满足专业的典型工作岗位的典型工作任务所需的能力要求,因此,教学内容应有专业基本理论作基础,工作实践能力为主导的内容构架。与传统的本科课程内容有着本质上的区别。教材是教学内容的具体体现,应用型本科教材与传统的本科教材也应有根本的区别。

《建筑结构计算机辅助设计》课程是“土木工程”专业(应用型本科)的核心课程,采用以行动为导向的项目式教学法的教学模式。其教学目标是提高学生的专业能力、方法能力、社会能力和个人能力。其典型工作过程是根据建筑工种提供的建筑设计工作图纸,应用 PKPM 系列软件进行该建筑的结构施工图设计,工作的最终成果是一套建筑结构施工图图纸。采用从简单到复杂,从容易到创新的递进方式,设计 4 个项目:框架结构,剪力墙结构,框架剪力墙结构和框架核心筒结构。

本教材总学时为 68 学时,其中基本能力训练 8 学时,框架结构辅助设计 30 学时,剪力墙结构辅助设计 20 学时,框架—剪力墙辅助设计 10 学时。框架核心筒结构辅助设计课外完成。整个教学过程采用“教,学,做”一体化模式,项目实施采用 6 步工作过程。学生每个项目提交成果:资讯表,计划表,检查表,评估表,结构工程计算书和整套结构施工图图纸。

本教材由重庆房地产职业学院,重庆鑫鸥地产有限公司,重庆拓达建设(集团)有限公司校企合作编写。具体编写分工:第 1 章、第 4 章由范幸义编写,第 2 章由尹飞云编写,第 3 章由孙俊霞编写,第 5 章由任粟编写,第 6 章由张岩编写。

本教材可作为应用型本科土木工程专业教材,也可以作为建筑工程技术的专业技术人员参考书。由于作者的水平有限,错误和遗漏在所难免,敬请读者谅解。

编 者

2015 年 5 月

# 目 录

|                |    |
|----------------|----|
| 1 建筑结构施工图设计能力  | 1  |
| 1.1 建筑结构设计概念   | 1  |
| 1.2 结构体系       | 1  |
| 1.3 钢筋混凝土构件设计  | 3  |
| 1.3.1 基础构件     | 3  |
| 1.3.2 柱构件      | 9  |
| 1.3.3 墙构件(承重墙) | 12 |
| 1.3.4 梁构件      | 14 |
| 1.3.5 楼梯构件     | 19 |
| 1.3.6 楼板构件     | 22 |
| 1.4 砖混结构       | 25 |
| 1.5 建筑结构施工图的组成 | 28 |
| 1.5.1 结构总说明    | 28 |
| 1.5.2 基础施工图    | 29 |
| 1.5.3 柱施工图     | 30 |
| 1.5.4 剪力墙施工图   | 31 |
| 1.5.5 梁施工图     | 33 |
| 1.5.6 楼板施工图    | 35 |
| 1.5.7 楼梯施工图    | 36 |
| 实验 1           | 46 |
| 2 施工图设计项目计算    | 47 |
| 2.1 荷载的计算      | 47 |
| 2.1.1 荷载输入的要求  | 47 |
| 2.1.2 面荷载的计算   | 48 |
| 2.1.3 梁间荷载的计算  | 49 |
| 2.1.4 楼梯荷载的计算  | 50 |
| 2.2 平面网格的定义    | 52 |
| 2.2.1 平面网格     | 53 |
| 2.2.2 柱网、梁网、墙网 | 53 |
| 2.3 结构标准层      | 54 |
| 2.4 荷载标准层      | 55 |
| 实验 2           | 56 |

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 3 工程项目 1—钢筋混凝土框架结构施工图辅助设计 .....  | 61  |
| 3.1 项目资讯表 .....                  | 61  |
| 3.2 项目计划表 .....                  | 72  |
| 3.3 决策 .....                     | 77  |
| 实验 3 .....                       | 77  |
| 4 项目实施 .....                     | 78  |
| 任务 1 按计划表绘制结构标准层草图 .....         | 78  |
| 任务 2 PMCAD 软件上机操作 .....          | 83  |
| 4.2.1 PMCAD 软件的基本功能与应用范围 .....   | 83  |
| 4.2.2 建立结构模型概述 .....             | 86  |
| 子任务 1 建立结构三维模型 .....             | 86  |
| 实验 4 任务 2—子任务 1 实验 .....         | 117 |
| 子任务 2 二次输入结构信息与荷载校验 .....        | 125 |
| 实验 5 任务 2—子任务 2 实验 .....         | 139 |
| 子任务 3 生成 PK 数据文件 .....           | 140 |
| 子任务 4 绘制结构平面图 .....              | 143 |
| 子任务 5 图形编辑、打印及转换 .....           | 154 |
| 子任务 6 统计工程量 .....                | 155 |
| 子任务 7 砖混结构辅助设计 .....             | 155 |
| 实验 6 任务 2—子任务 3~7 实验: .....      | 162 |
| 任务 3 平面杆系 PK 软件上机操作 .....        | 163 |
| 子任务 1 生成平面杆系计算数据文件 (PK 文件) ..... | 168 |
| 子任务 2 结构内力与配筋计算 .....            | 179 |
| 子任务 3 绘制框架施工图 .....              | 180 |
| 子任务 4 绘制排架柱施工图 .....             | 194 |
| 子任务 5 连续梁绘图 .....                | 196 |
| 实验 7 任务 3 实验 .....               | 198 |
| 任务 4 SATWE (空间体系) 软件上机操作 .....   | 200 |
| 4.4.1 SATEW 的基本功能和应用范围 .....     | 200 |
| 4.4.2 接 PM 生成 SATWE 数据文件 .....   | 203 |
| 子任务 1 分析与设计参数补充定义 .....          | 203 |
| 子任务 2 生成 SATEW 数据文件及数据检查 .....   | 219 |
| 子任务 3 结构整体分析与构件内力配筋计算 .....      | 223 |
| 子任务 4 PM 次梁内力与配筋计算 .....         | 225 |
| 子任务 5 分析结果的图形显示 .....            | 225 |
| 子任务 6 绘制梁柱施工图 .....              | 243 |
| 实验 8 任务 4 实验 .....               | 253 |
| 任务 5 基础施工图设计 .....               | 253 |

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 子任务 1 确定桩基础所需要的承载面积              | 253 |
| 子任务 2 根据承载面积确定桩径                 | 257 |
| 子任务 3 根据桩径计算配筋                   | 257 |
| 子任务 4 地基梁的计算                     | 258 |
| 子任务 5 绘制基础平面布置施工图                | 258 |
| 子任务 6 绘制桩身大样图                    | 260 |
| 实验 9 任务 5 实验                     | 262 |
| 任务 6 施工图纸编辑和输出                   | 262 |
| 子任务 1 编辑图形文件(图纸)                 | 262 |
| 子任务 2 施工图纸的绘制                    | 264 |
| 实验 10 任务 6 实验                    | 266 |
| 5 项目检查                           | 267 |
| 任务 1 资讯检查                        | 267 |
| 任务 2 计划检查                        | 267 |
| 任务 3 项目实施检查                      | 267 |
| 任务 4 项目实施内容的修改                   | 269 |
| 实验 11                            | 269 |
| 6 项目评估                           | 270 |
| 任务 1 专业能力的评估                     | 270 |
| 任务 2 方法能力的评估                     | 271 |
| 任务 3 社会能力的评估                     | 271 |
| 任务 4 社会能力的评估                     | 271 |
| 实验 12                            | 274 |
| 7 递进式再学习                         | 275 |
| 任务 1 工程项目 2—钢筋混凝土剪力墙结构施工图辅助设计    | 275 |
| 任务 2 工程项目 3—钢筋混凝土框架—剪力墙结构施工图辅助设计 | 275 |
| 任务 3 工程项目 4—钢筋混凝土框架核心筒结构施工图辅助设计  | 275 |
| 实验 13                            | 276 |
| 附录                               | 277 |
| 参考文献                             | 284 |



# 1 建筑结构设计能力

从建筑结构的基本构件和体系入手,建立建筑结构设计的基本概念。从构件的内力分析开始,到构件的强度计算,直至构件的施工图纸表达,完成构件设计的全过程。在构件设计的基础上,建立钢筋混凝土结构设计结构体系,在拟定结构体系后,为利用计算机软件作结构的辅助设计打下基础。

## 1.1 建筑结构设计概念

建筑结构设计用两个词来概括:概念+概率。结构设计是概念设计,也就是设计的概念要清楚,要清楚每种构件的受力情况和强度(配筋)。每种构件在特定的荷载条件下,各构件在一定的结构体系下,受力要达到平衡,并要保证有足够的强度。对钢筋混凝土构件而言,要配有足够的钢筋。

结构设计是概率设计,构件的使用年限带有一种随机性,由于建筑材料和施工技术的限制,结构使用年限为概率曲线。例如,设计一幢10层的钢筋混凝土楼房,设计的使用年限为50年。这幢10层的钢筋混凝土楼房建成后,也许不到50年,楼房就不能使用了;也许使用了70年后,楼房还完好,还能继续使用。这就是结构设计的概率问题。

## 1.2 结构体系

结构体系指建筑结构的构件组成总的构成。常用的结构体系有木结构、钢结构、钢筋混凝土结构、砖混结构。在钢筋混凝土结构中,又分为框架结构、剪力墙结构、框架-剪力墙结构和框架核心筒体结构。

以钢筋混凝土框架结构为例,在建筑平面上布置柱构件,形成一个体系,通常称为柱网。在建筑平面上布置梁构件,形成一个体系,通常称为梁网。加上楼板和楼梯构件,就形成一个结构体系——框架结构,即基础(包括地基梁)和结构层。

- 1) 柱网(柱体系);
- 2) 梁网(梁体系,由主梁、次梁构成);
- 3) 墙网(承重墙、剪力墙体系);

4) 楼梯 (梁式、板式——现浇或预制) ;

5) 楼盖 (楼板体系——现浇或预制) 。

框架结构的计算机三维图形如图 1-1~图 1-4 所示。

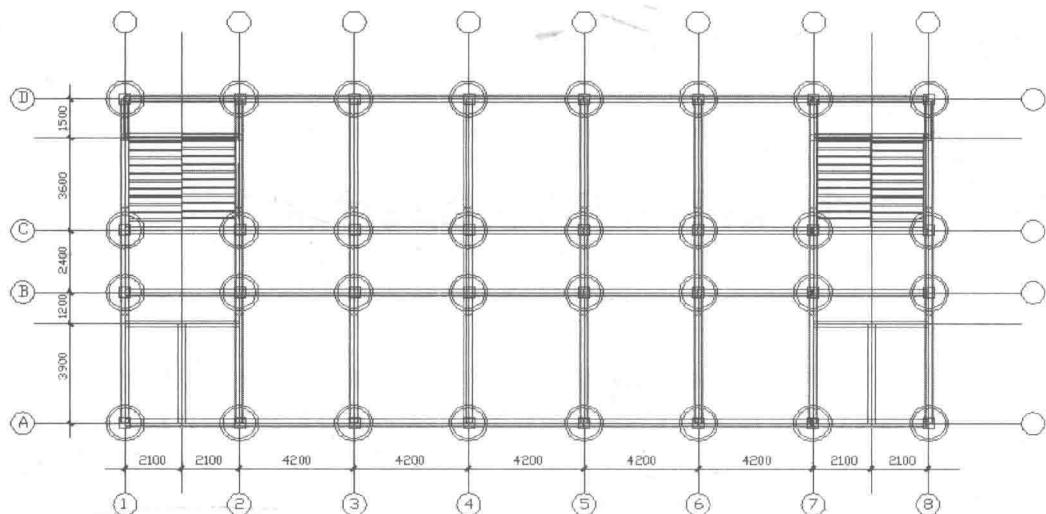


图 1-1 框架结构一层平面图

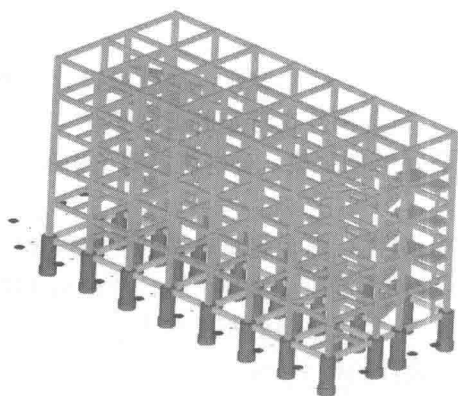


图 1-2 框架结构三维图 01

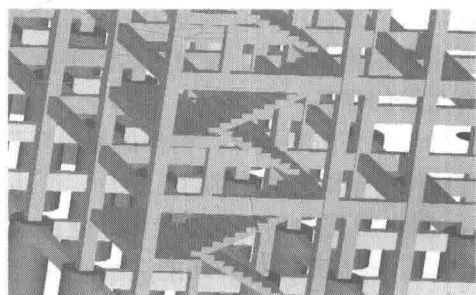


图 1-3 框架结构楼梯构件放大图

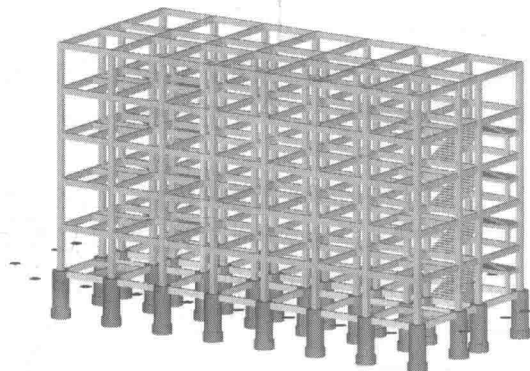


图 1-4 框架结构三维图 02

图 1-1 中, 可以看到轴网的建立情况, 柱网, 梁网以及轴网平面尺寸。为了反映结构的总体情况, 同时把基础也一并展示出来。

在图 1-4 中, 可以清楚地看到框架结构体系的构成。由桩基础、地基梁构成基础(体系), 各层的柱网, 梁网清晰, 楼梯构件明显。为了看清楚结构的内部情况, 图 1-4 中没有绘制楼板和填充墙。

## 1.3 钢筋混凝土构件设计

以钢筋混凝土结构为例, 说明结构构件设计的基本概念。结构体系是由结构构件组合而成的。一个完整的结构工程设计都是从基本构件设计开始的, 构件设计尤为重要。

钢筋混凝土结构的基本构件有:

- 1) 基础构件;
- 2) 柱构件;
- 3) 梁构件;
- 4) 墙构件;
- 5) 板构件;
- 6) 楼梯构件。

学习结构 CAD 之前, 先学习基本构件的设计。基本构件的设计分为三个步骤: 第一, 内力分析, 在一定的荷载条件下计算构件的内力: 轴力、剪力和弯矩。第二, 强度计算, 计算构件的配筋。对受弯构件(梁、板、楼梯), 计算它的正钢筋、负钢筋、箍筋、弯起钢筋, 必要时计算它的抗扭钢筋; 对受压构件(柱、墙), 计算它的单侧或双侧受压钢筋(纵筋)、箍筋; 若是钢筋混凝土墙, 除了受压钢筋纵筋外, 还要计算它的水平分布筋。第三, 绘制构件的施工图, 所有构件的施工都是用图纸来表达的。

### 1.3.1 基础构件

基础构件是连接上部结构并把上部构件的竖向荷载传递给地基的构件。因此, 基础构件的设计安全和工程造价尤为重要。基础构件的形式主要有:

- 1) 柱下独立基础;
- 2) 条形基础;
- 3) 端承桩基础;
- 4) 群桩基础;
- 5) 片筏基础;
- 6) 箱型基础。

#### 1. 柱下独立基础

柱下独立基础是一种浅基础, 一般在地基承载力较小的情况下使用。对结构的每一根柱子设置一个基础, 所以也称柱下独立基础。独立基础的设计钢筋与钢筋配置如图 1-5 和图 1-6 所示。

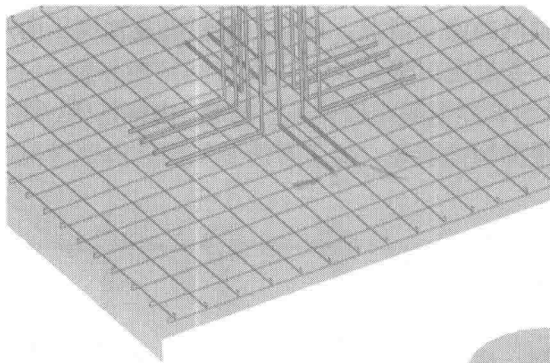


图 1-5 柱下独立基础的钢筋分布图

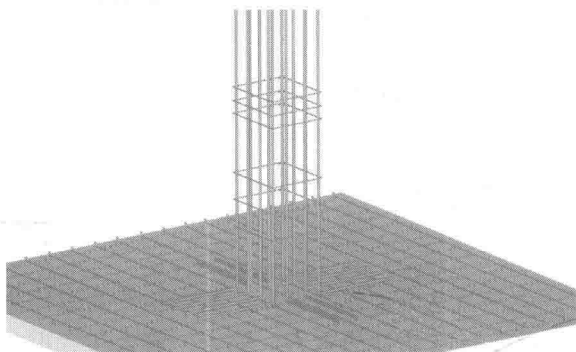


图 1-6 柱子插筋的布置图

独立基础设计时，为抵抗柱子的轴向压力和柱的根部的侧向冲击力，基础设计成杯形或阶梯形，阶梯的分布尺寸应小于基础的  $45^\circ$  线的外边尺寸。独立基础施工前和施工后的图形如图 1-7 所示。

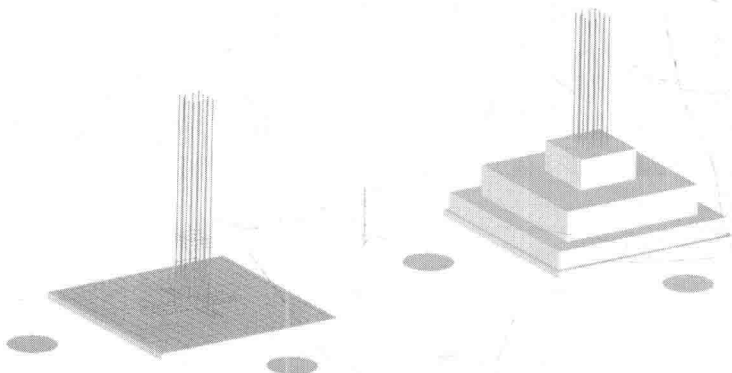


图 1-7 柱下独立基础的钢筋分布和施工完成图

为了施工单位能准确地施工，柱下独立基础的图纸表达由基础平面布置图和基础大样图构成。基础平面布置图表达柱下独立基础建筑平面的准确位置；基础大样图表达基础的钢筋型号、钢筋用量和基础的构造要求。柱下独立基础设计的施工图如图 1-8~图 1-10 所示。



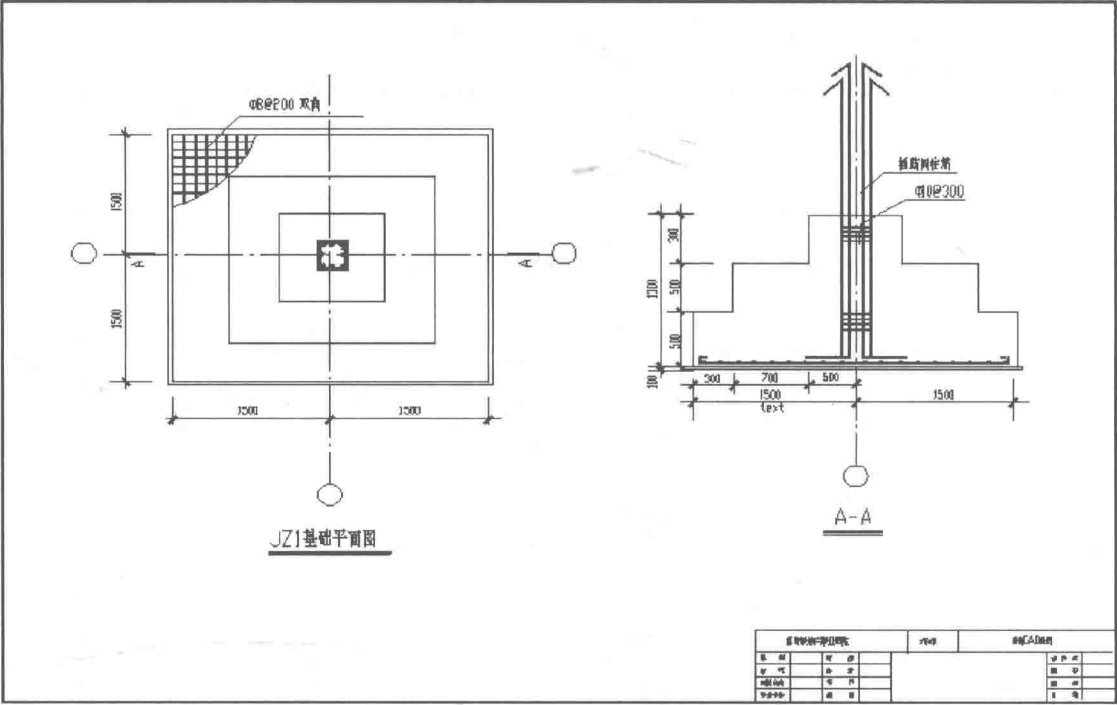


图 1-9 柱下独立基础大样图 01

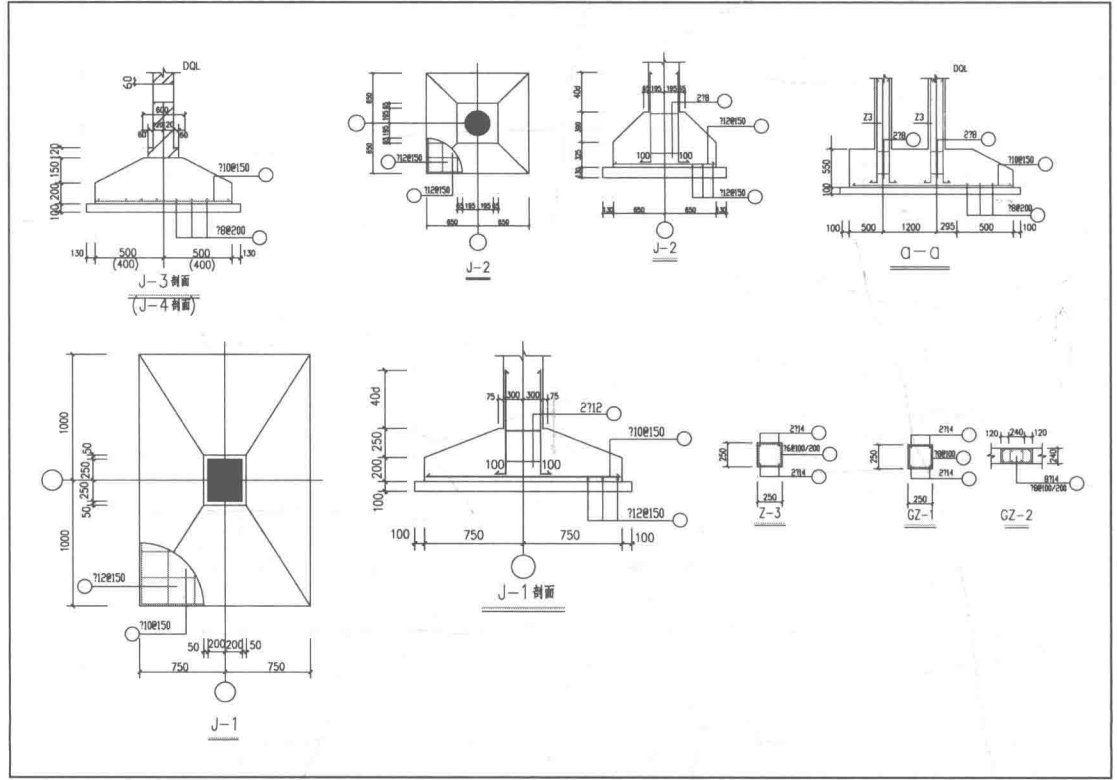


图 1-10 柱下独立基础大样图 02

## 2. 端承桩基础

当地基的承载力较高，建筑高度也较高，地基的承载力分布的标高不一致时，多采用端承桩（单桩）基础。特别是山区城市，由于地基持力层分布高低不一，采用端承桩基础是很实用的。

因为桩基础一般都较深（8~40 m），所以柱的插筋不能像柱下独立基础一样放在基础的底部。一般设计时，应满足插筋深度，在其当前位置设置三层钢筋网片，柱插筋根部放置在钢筋网片上。如图 1-11 和图 1-12 所示。

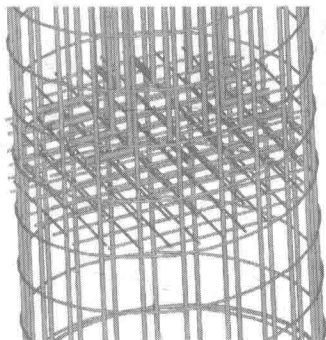


图 1-11 桩基础的钢筋网片图

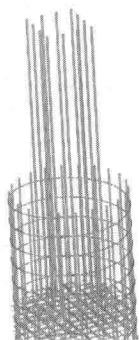


图 1-12 桩基础柱插筋布置图

桩基础的箍筋要有很好的连续性，故桩基础的箍筋设置成螺旋形，为了施工方便，桩基础的钢筋先加工成钢筋“笼”，所有的钢筋连接都用焊接方式。桩基础的施工成品如图 1-13 和图 1-14 所示。

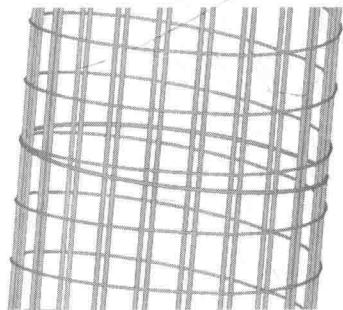
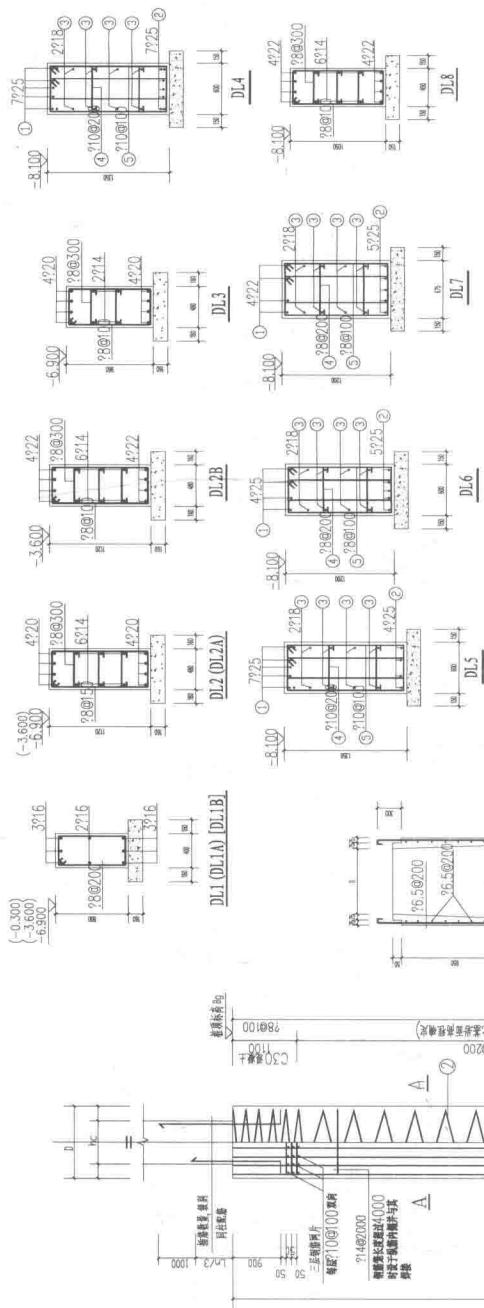


图 1-13 桩基础的螺旋箍筋图



图 1-14 桩基础施工后成品图

由于端承桩施工时一般都采用人工挖孔桩方式，施工时为防止孔壁垮塌，每隔一米的距离放入桩护壁。桩护壁是根据桩径尺寸预制的钢筋混凝土构件，人工挖孔时逐步放入桩孔内，防止孔壁垮塌。桩基础的施工图纸表达一般有桩基础平面布置图，和柱下独立基础的平面布置图一样。还有桩的大样图，桩大样图中应有桩护壁的构造图。桩基础施工图如图 1-15 所示。



### 1.3.2 柱构件

柱构件是连接上下楼层的构件，同时把竖向荷载传递给基础。柱构件是受压构件。柱构件的纵向钢筋在顶层可以锚入梁，也可以弯入柱自身。柱构件的箍筋一般采用“井”字形箍，在支座应箍筋加密。柱构件钢筋形式如图 1-16 和图 1-17 所示。柱构件整体钢筋和施工后的成品图如图 1-18 所示。

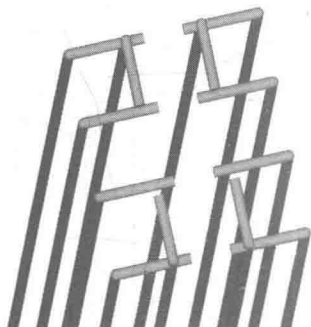


图 1-16 柱钢筋顶部图

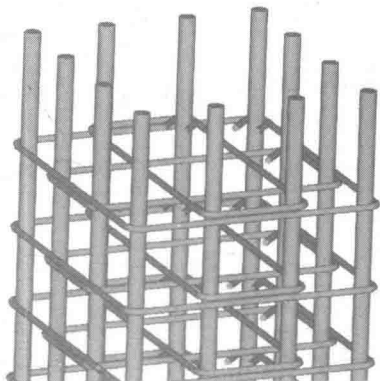


图 1-17 柱箍筋形式图

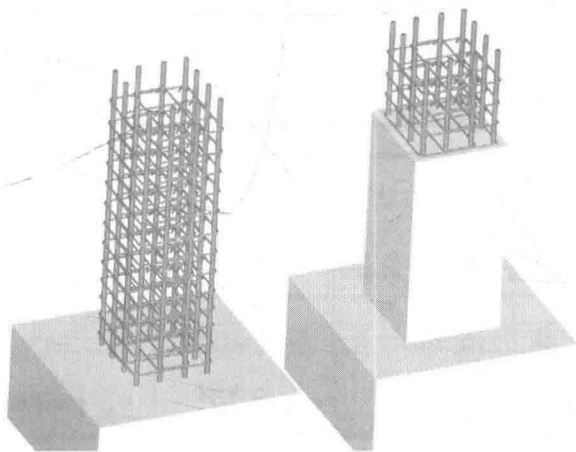


图 1-18 柱钢筋布置和成品图

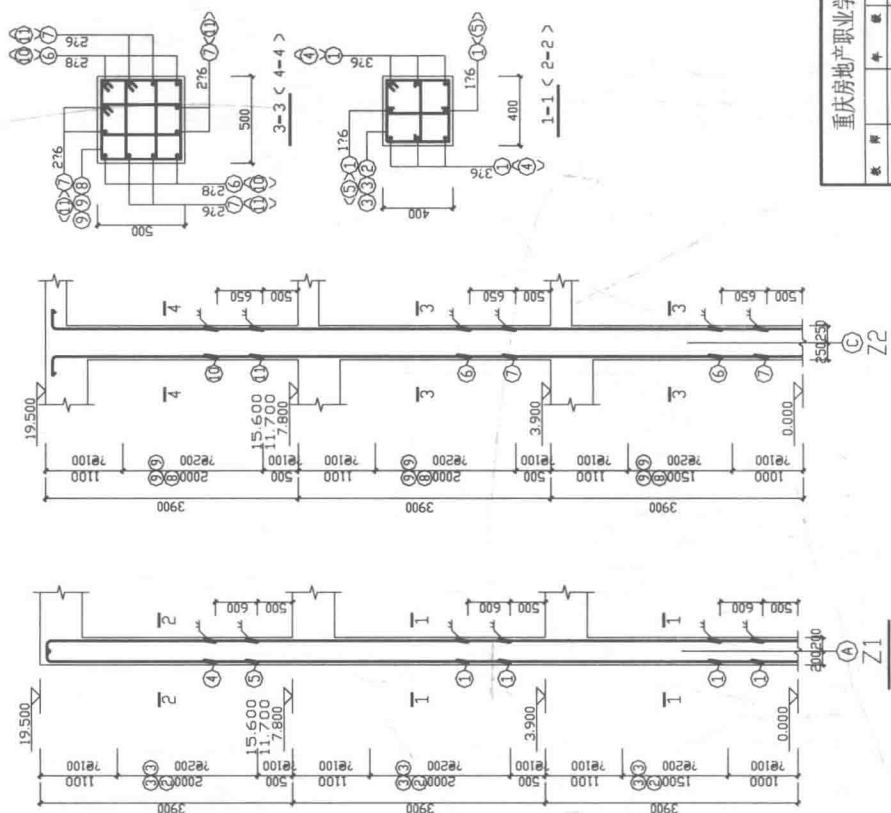
柱施工图纸表达一般有柱构件施工图，框架整体施工图，柱剖面列表施工图。柱构件施工图是把柱构件从基础到屋面做一根柱构件，表达柱构件的立面图，剖面图和钢筋表。钢筋表在施工时指导对钢筋的下料。框架整体施工图表达一榀框架的立面、柱、梁剖面图和钢筋表。柱剖面列表施工图表达一个工程中，不同的所有柱的剖面钢筋列表，表中有柱截面尺寸，钢筋布置，柱表等信息。柱施工图如图 1-19、图 1-20 所示。

Z1 柱 钢筋 表

| 编号 | 钢筋简图 | 规格 | 长度   | 根数  | 重量  |
|----|------|----|------|-----|-----|
| ①  |      | Φ6 | 3760 | 32  | 190 |
| ②  |      | Φ  | 1600 | 132 | 83  |
| ③  |      | Φ  | 340  | 264 | 46  |
| ④  |      | Φ6 | 2470 | 4   | 17  |
| ⑤  |      | Φ6 | 3070 | 4   | 21  |
| 总重 |      |    |      |     | 356 |

Z2 柱 钢筋 表

| 编号 | 钢筋简图 | 规格 | 长度   | 根数  | 重量  |
|----|------|----|------|-----|-----|
| ⑥  |      | Φ8 | 3780 | 16  | 121 |
| ⑦  |      | Φ6 | 3780 | 32  | 191 |
| ⑧  |      | Φ  | 2000 | 132 | 104 |
| ⑨  |      | Φ  | 1462 | 264 | 152 |
| ⑩  |      | Φ8 | 2700 | 4   | 22  |
| ⑪  |      | Φ6 | 3350 | 8   | 42  |
| 总重 |      |    |      |     | 632 |



|           |      |      |      |           |      |
|-----------|------|------|------|-----------|------|
| 重庆房地产职业学院 |      | 工程项目 |      | 建筑工程CAD制图 |      |
| 教师        | 学生   | 专业   | 设计   | 制         | 图    |
| 项目负责      | 专业负责 | 专业负责 | 专业负责 | 专业负责      | 专业负责 |
| Z1, Z2    |      |      | 设计   | 日期        | 日期   |

图 1-19 柱构件施工图