

高职高专土木工程 实践教学系列教材

王胜明 主编

杜绍堂 吴明军 欧阳坚 副主编

● 建筑 结 构

● 实 训 指 导



科学出版社
www.sciencep.com

中国书画函授大学肇庆分校
肇庆分校肇庆分校肇庆分校

肇庆分校肇庆分校肇庆分校
肇庆分校肇庆分校肇庆分校

肇庆分校肇庆分校肇庆分校

肇庆分校肇庆分校肇庆分校

肇庆分校肇庆分校肇庆分校

高职高专土木工程实践教学系列教材

建筑结构实训指导

王胜明 主 编

杜绍堂

吴明军 副主编

欧阳坚

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书为《高职高专土木工程实践教学系列教材》之一,配合教材《建筑结构》进行教学实践。书中主要针对建筑结构设计的实际情况,讲述建筑结构设计的方法、步骤及实例,并进行计算机辅助设计。本书以实用为主,突出高职高专教学的特点,以帮助学生应用所学理论解决实际问题,在编写时采用了现行最新规范、规程和标准。

本书可作为高职高专土木工程类专业教材,也可作为建筑类其他相关专业教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑结构实训指导/王胜明主编. —北京:科学出版社,2004

(高职高专土木工程实践教学系列教材)

ISBN 7-03-012521-5

I. 建… II. 王… III. 建筑结构-结构设计-高等学校-教学参考资料 IV. TU318

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 117560 号

责任编辑:童安齐/责任校对:朱光光
责任印制:刘士平/封面设计:张 放

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

西 源 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004年1月第一版 开本:A4(890×1240)

2004年1月第一次印刷 印张:18 1/2

印数:1 4 000 字数:611 000

定价:28.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)

**《高职高专土木工程实践教学系列教材》
编委会**

主任 沈养中

成员 (以姓氏笔画为序)

王志军	王胜明	邓爱华	卢 正
刘宝莉	张 伟	李有安	李维安
陈 弘	童安齐	董 平	

序

高职高专教育的特点是注重理论与实践的结合,特别强调培养学生的创新思维 and 实际动手能力;因此,实践教学是高职高专专业教学的重要内容之一。基于这个指导思想,我们组织十余所高职高专院校,编写了《高职高专土木工程实践教学系列教材》。

本套教材内容主要包括课程设计和实习设计两部分。课程设计是通过工程实例设计帮助学生掌握教材内容,学会查阅规范、规程,培养学生的思维、创新能力;实习设计是按照教学大纲的要求,有针对性地布置现场教学,提高学生的实际操作能力。

与同类教材相比,本套教材有以下几个显著特点:

1. 内容系统全面,最大限度地兼顾土木工程不同专业的需求。
2. 符合教学大纲和就业需要,目标实际,知识实用。
3. 反映本专业最新规范和技术要求。
4. 重在试验、实训和课程设计的过程、思路和评价等方面的指导。
5. 配有大量实例及必要的实例分析,使教材具有一定的示范价值。

由于时间仓促,水平和能力所限,本套教材肯定会存在一些不足之处,恳请广大读者批评指正。

《高职高专土木工程实践教学系列教材》编委会
2003年7月

前 言

《建筑结构》是建筑工程专业的主干课程,建筑结构设计是学生必备的专业技能,本书是配合《建筑结构》课程教学而编写的实训教材,为学生课程设计和毕业设计提供指导。全书采用最新规范、规程和标准编写。本书在编写过程中,突出应用能力的培养,加大了计算机辅助设计内容的介绍。

本书由王胜明统稿并任主编,杜绍堂、吴明军、欧阳坚任副主编。本书编写分工如下:第一章由昆明冶金高等专科学校王胜明编写;第二章由昆明冶金高等专科学校王胜明、四川建筑职业技术学院吴明军编写;第三章由四川建筑职业技术学院吴明军、周耀军编写;第四章由三峡大学职业技术学院李峥编写;第五章由昆明冶金高等专科学校杜绍堂编写;第六章由深圳职业技术学院欧阳坚编写。

由于水平有限,书中难免有不足和错误之处,恳请读者批评指正。

目 录

序

前言

第一章 结构设计概述	1
1.1 结构设计步骤	1
1.2 结构上的作用	1
1.3 结构施工图的绘制	5
第二章 PKPM 结构设计软件应用	8
2.1 PKPM 结构设计软件简介	8
2.2 S-1 模块应用	9
2.3 S-4 模块应用	16
2.4 S-5 模块应用	21
第三章 钢筋混凝土楼(屋)盖设计	26
3.1 概述	26
3.2 楼盖结构平面布置	26
3.3 单向板肋形楼盖设计	28
3.4 双向板肋形楼盖设计	50
3.5 装配式楼盖的设计	62
3.6 楼梯设计	63
3.7 悬挑构件设计	73
附录	77
第四章 地基基础设计	98
4.1 工程地质勘察报告	98
4.2 天然地基浅基础设计	101
4.3 桩基础设计	119
第五章 砌体结构设计	132
5.1 砌体结构设计	132
5.2 砌体结构设计实例	157
附录	175
第六章 多层框架结构设计	198
6.1 多层框架结构设计简介	198
6.2 多层框架结构设计实例	217
附录	271
参考文献	283

第一章 结构设计概述

1.1 结构设计步骤

1.1.1 建筑与结构的关系

建筑是人们运用一定的物质材料创造所需空间和环境的一种技术和艺术。结构是由若干构件连接而构成的能承受荷载和其他间接作用的体系,它是建筑功能所需要的基本空间和体型,在建筑中起骨架作用,是建筑的重要组成部分。

建筑设计着重解决建筑物内部各种使用功能和使用空间的合理安排;建筑物与周围环境、与各种外部条件的协调配合;内部和外表的艺术效果;各个细部的构造方式等。结构设计主要解决建筑物结构形式和材料的合理选择;结构满足安全性、适用性和耐久性;结构的连接构造和施工方法等。结构设计是在建筑设计的基础上进行的,而在建筑方案设计阶段也应考虑主体结构设计方案,两者是交互进行的。

1.1.2 结构设计的依据

一个合理的结构设计,应该是在现有的经济技术的条件下,在预定的使用期限内,保证安全,满足建筑使用要求,施工方便,实现经济合理。

结构设计的合法依据是设计规范,它是国家建筑方针和技术政策在本专业工作中的具体体现,具有法律效力,必须遵照执行。

现行常用的结构设计规范有:《建筑结构制图标准》(GB/T 50105-2001);《建筑结构荷载规范》(GB 50009-2001);《混凝土结构设计规范》(GB 50010-2002);《砌体结构设计规范》(GB 50003-2001);《建筑地基基础设计规范》(GB 50007-2002);《建筑抗震设计规范》(GB 50011-2001)。

1.1.3 结构设计步骤

结构设计一般分三个阶段进行:初步设计、技术设计和施工图设计。

初步设计主要是根据建筑方案、自然环境资料、建筑材料和结构构件的供应情况、可能采用的施工方法、允许的工程造价等确定房屋的结构形式以及屋面、楼面、墙体的布置情况等。

技术设计主要是根据建筑施工图进行结构和结构构件的受力和设计计算,解决结构设计和建筑设计之间存在的矛盾和技术问题。

施工图设计是将各种结构构件的设计结果按实际施工或制造的要求,绘制施工图并编写设计文件。

单项工程结构设计的步骤大致如下:

- 1) 根据房屋工程设计任务书进行选址,搜集选定地区的自然环境资料(风、雪、气温变化、地震设防等)。
- 2) 进行选定地区的地形测量,进行工程地质和水文地质勘察,确定所设计房屋的地面标高和房屋基础埋置深度以及持力层。
- 3) 根据建筑方案进行结构选型和结构布置,确定有关结构尺寸,并对建筑方案做必要的修正。
- 4) 根据修正后的建筑图进行荷载计算、内力分析、截面设计、构造设计并绘制结构施工图。

1.2 结构上的作用

结构上的作用是使结构产生内力和变形的各种原因的总称。

按使结构产生内力和变形方式的不同,将作用分成两类。

- 1) 直接作用——以力的形式直接作用在结构上,习惯上称为结构的荷载,如楼面荷载、风荷载、雪荷载等。

2) 间接作用 以变形的形式作用于结构上,如地震、基础不均匀沉降、混凝土收缩、温度变形等。

在课程设计和毕业设计中,一般涉及较多的是直接作用,故本节只介绍常用的直接作用(即荷载)及其计算。

结构上的荷载可分为以下三类:①永久荷载,如结构自重、土压力等;②可变荷载,如楼面活荷载、风荷载、雪荷载等;③偶然荷载,如爆炸力、撞击力等。

1.2.1 荷载的标准值

荷载的标准值是指结构在使用期间,在正常情况下出现的最大荷载值。各种荷载标准值是结构计算时采用的荷载基本代表值。

1. 恒荷载

恒荷载是指建筑物建成后长期作用在结构上的不变荷载,如构件的自重、构造层的自重等。恒荷载的标准值可按构件和构造层的设计尺寸以及材料单位体积的自重(或单位面积的自重)进行计算。《建筑结构荷载规范》附录一列出了《常用材料和构件的自重表》,表 1-1 列出部分常用材料和构件的自重,设计时可直接查用。

表 1-1 部分常用材料和构件的自重

名称	自重/(kN/m ³)	备 注
钢筋混凝土	24~25	
素混凝土	22~24	振捣或不振捣
普通砖	19	机器砖
水泥砂浆	20	
石灰砂浆、混合砂浆	17	
纸筋石灰泥	16	
油毡防水层	0.35~0.4	八层做法,三毡四油上铺小石子
水磨石地面	0.65	10mm 面层,20mm 水泥砂浆打底
小瓷砖地面	0.55	包括水泥粗砂打底
木框玻璃窗	0.2~0.3	
钢框玻璃窗	0.4~0.45	
木门	0.1~0.2	
贴瓷砖墙面	0.5	包括水泥砂浆打底,其厚 25mm
水刷石墙面	0.5	25mm 厚,包括打底
水泥粉刷墙面	0.36	20mm 厚,水泥粗砂

2. 民用建筑楼面均布活荷载

民用建筑楼面均布活荷载的标准值及其组合值、频遇值和准永久值系数,应按表 1-2 采用。

设计楼面梁、墙、柱及基础时,表 1-2 中的楼面活荷载标准值在下列情况下应乘以规定的折减系数。

(1) 设计楼面梁时的折减系数

1) 第 1(1)项当楼面梁从属面积超过 25m² 时,应取 0.9。

2) 第 1(2)~7 项当楼面梁从属面积超过 50m² 时,应取 0.9。

3) 第 8 项对单向板楼盖的次梁和槽形板的纵筋应取 0.8;对单向板楼盖的主梁应取 0.6;对双向板楼盖的梁应取 0.8。

4) 第 9~12 项应采用与所属房屋类别相同的折减系数。

(2) 设计墙、柱及基础时折减系数

1) 第 1(1)项应按表 1-2 规定采用。

2) 第 1(2)~7 项应采用与其楼面梁相同的折减系数。

3) 第 8 项对单向板楼盖应取 0.5;对双向楼盖和无梁楼盖应取 0.8。

4) 第 9~12 项应采用与所属房屋类别相同的折减系数。

表 1-2 楼面活荷载标准值

项次	类别	标准值 (kN/m ²)	组合值系数 ψ_c	频遇值系数 ψ_f	准永久值系数 ψ_q
1	(1)住宅、宿舍、旅馆、办公楼、医院病房、托儿所、幼儿园			0.5	0.4
	(2)教室、试验室、阅览室、会议室、医院门诊室	2.0	0.7	0.6	0.5
2	食堂、餐厅、一般资料档案室	2.5	0.7	0.6	0.5
3	(1)礼堂、剧场、影院、有固定座位的看台	3.0	0.7	0.5	0.3
	(2)公共洗衣房	3.0	0.7	0.6	0.5
4	(1)商店、展览厅、车站、港口、机场大厅及其旅客等候室	3.5	0.7	0.6	0.5
	(2)无固定座位的看台	3.5	0.7	0.5	0.3
5	(1)健身房、演出舞台	4.0	0.7	0.6	0.5
	(2)舞厅	4.0	0.7	0.6	0.3
6	(1)书库、档案库、储藏室	5.0			
	(2)密集柜书库	12.0	0.9	0.9	0.8
7	(1)通风机房、电梯机房	7.0	0.9	0.9	0.8
8	汽车通道及停车库:				
	(1)单向板楼盘(板跨不小于2m)				
	客车	4.0	0.7	0.7	0.6
	消防车	35.0	0.7	0.7	0.6
	(2)双向板楼盘和无梁楼盖(柱网尺寸不小于6m×6m)				
	客车	2.5	0.7	0.7	0.6
9	厨房:				
	(1)一般的	2.0	0.7	0.6	0.5
10	(2)餐厅的	4.0	0.7	0.7	0.7
10	浴室、厕所、盥洗室:				
	(1)第1项中的民用建筑	2.0	0.7	0.5	0.4
11	(2)其他民用建筑	2.5	0.7	0.6	0.5
11	走廊、门厅、楼梯:				
	(1)宿舍、旅馆、医院病房、托儿所、幼儿园、住宅	2.0	0.7	0.5	0.4
	(2)办公楼、教室、餐厅、医院门诊部	2.5	0.7	0.6	0.5
	(3)消防疏散楼梯,其他民用建筑	3.5	0.7	0.5	0.3
12	阳台:				
	(1)一般情况	2.5	0.7	0.6	0.5
12	(2)当人群有可能密集时	3.5			

活荷载按楼层的折减系数见表 1-3。

表 1-3 活荷载按楼层的折减系数

墙、柱及基础计算截面以上的层数	1	2~3	4~5	6~8	9~20	>20
计算截面以上各楼层活荷载总和的折减系数	1.00 (0.90)	0.85	0.70	0.65	0.60	0.55

注:当楼面梁的从属面积超过 25m² 时,应采用括号内的系数。

3. 屋面活荷载

房屋建筑的屋面,其水平投影面上的屋面均布活荷载,应按表 1-4 采用。

屋面均布活荷载不应与雪荷载同时组合,两者比较,取其中较大值进行设计计算。

表 1-4 屋面均布活荷载

项次	类别	标准值 (kN/m ²)	组合值系数 ψ_c	频遇值系数 ψ_f	准永久值系数 ψ_q
1	不上人的屋面	0.5	0.7	0.5	0
2	上人的屋面	2.0	0.7	0.5	0.4
3	屋顶花园	3.0	0.7	0.6	0.5

注:1.不上人的屋面,当施工或维修荷载较大时,应按实际情况采用;对不同结构应按有关设计规范的规定,将标准值作 0.2kN/m² 的增减;

2.上人的屋面,当兼作其他用途时,应按相应楼面活荷载采用;

3.对于因屋面排水不畅、堵塞等引起的积水荷载,应采取构造措施加以防止,必要时,应按积水的可能深度确定屋面活荷载;

4.屋顶花园活荷载不包括花圃土石等材料自重。

4. 风荷载

风荷载的大小与基本风压、风压高度变化系数、风载体型系数、风振系数有关。

基本风压是以当地比较空旷平坦地面上离地 10m 高统计所得 50 年一遇的 10min 平均最大风速 v_0 (m/s) 为标准,再考虑相应的空气密度 ρ ,按 $w_0 = \frac{1}{2} \rho v_0^2$ 确定的风压值,其值可从《建筑结构荷载规范》中的《全国基本风压分布图》查得,对于高层建筑和高耸结构以及对风荷载比较敏感的其他结构,基本风压应适当提高,并应由有关的结构设计规范具体规定。

5. 雪荷载

雪荷载的大小与基本雪压、屋面积雪分布系数有关。

基本雪压是由当地一般空旷平坦地面上统计所得 50 年一遇最大积雪的自重确定,其值可从《建筑结构荷载规范》中的《全国基本雪压分布图》查得。对雪荷载比较敏感的结构,基本雪压应适当提高,并应由有关的结构设计规范具体规定。

1.2.2 荷载的设计值

建筑结构设计时,对不同荷载应采用不同的代表值。

对永久荷载应采用标准值作为代表值;对可变荷载应根据设计要求采用标准值、组合值、频遇值或准永久值作为代表值。

荷载代表值与荷载分项系数的乘积称为荷载设计值。荷载分项系数将在荷载组合中说明。

1.2.3 荷载组合

建筑结构设计应根据使用过程中在结构上可能同时出现的荷载,按承载能力极限状态和正常使用极限状态分别进行荷载(效应)组合,并取各自的最不利的效应组合进行设计。

1. 承载能力极限状态

应按荷载效应的基本组合或偶然组合进行荷载组合。

基本组合是指承载能力极限状态计算时,永久作用和可变作用的组合。偶然组合是指承载能力极限状态计算时,永久作用、可变作用和一个偶然荷载的组合。

对于一般框架结构,基本组合可采用简化规则,并按下列组合值中取最不利值确定。

1) 由可变荷载效应控制的组合:

$$S = \gamma_G S_{Gk} + \gamma_{Q1} S_{Q1k} \quad (1-1)$$

$$S = \gamma_G S_{Gk} + 0.9 \sum_{i=1}^n \gamma_{Qi} S_{Qi k} \quad (1-2)$$

2) 由永久荷载效应控制的组合:

$$S = \gamma_G S_{Gk} + \sum_{i=1}^n \gamma_{Qi} \psi_{ci} S_{Qi k} \quad (1-3)$$

式中: γ_G ——永久荷载的分项系数;

γ_{Qi} ——第 i 个可变荷载的分项系数(其中 γ_{Q1} 为可变荷载 Q_1 的分项系数);

S_{Gk} 按永久荷载标准值 G_k 计算的荷载效应值;

S_{Qik} 按永久荷载标准值 Q_{ik} 计算的荷载效应值(其中 S_{Qik} 为诸可变荷载效应中起控制作用者);

ϕ_{ci} 可变荷载 Q_i 的组合值系数;

n 参与组合的可变荷载数。

基本组合的荷载分项系数,应按下列规定采用:

1) 永久荷载的分项系数。①当其效应对结构不利时,对由可变荷载效应控制的组合,应取 1.2;对由永久荷载效应控制的组合,应取 1.35。②当其效应对结构有利时,一般情况下应取 1.0。

2) 可变荷载的分项系数。一般情况下应取 1.4。

3) 偶然组合。在课程设计和毕业设计中,一般很少涉及偶然组合,所以在此就不详细介绍了。

2. 正常使用极限状态

应根据不同的设计要求,采用荷载的短期效应组合(标准组合、频遇组合)或长期效应组合(准永久组合)。

(1) 标准组合

标准组合是指正常使用极限状态计算时,采用标准值或组合值为荷载代表值的组合。

$$S = S_{Gk} + S_{Q1k} + \sum_{i=2}^n \phi_{ci} S_{Qik} \quad (1-4)$$

(2) 频遇组合

频遇组合是指正常使用极限状态计算时,对可变荷载采用频遇值或准永久值为荷载代表值的组合。

$$S = S_{Gk} + \phi_{11} S_{Q1k} + \sum_{i=2}^n \phi_{qi} S_{Qik} \quad (1-5)$$

式中: ϕ_{11} 可变荷载 Q_1 的频遇值系数;

ϕ_{qi} 可变荷载 Q_i 的准永久值系数。

(3) 准永久组合

准永久组合是指正常使用极限状态计算时,对可变荷载采用准永久值为荷载代表值的组合。

$$S = S_{Gk} + \sum_{i=1}^n \phi_{qi} S_{Qik} \quad (1-6)$$

1.3 结构施工图的绘制

1.3.1 结构施工图的绘制要求

结构施工图是能付诸施工的结构设计图纸,是进行施工的依据,因此它必须与建筑施工图协调统一,图中的数据、尺寸必须与结构设计计算书完全一致。

为确保对结构施工图的准确理解,结构施工图必须按《建筑结构制图标准》(GB/T 50105-2001)绘制。一些基本绘制要求如下:

1) 图纸应按以下顺序编号:结构设计说明,基础平面及详图,楼盖结构平面图及节点详图,屋盖结构平面图及节点详图,梁、板、柱、楼梯、雨篷等构件配筋图。

2) 绘图时根据图样的用途,被绘物体的复杂程度,应选用表 1-5 中的常用比例,特殊情况下也可选用可用比例。

表 1-5 常用比例

图名	常用比例	可用比例
结构平面图、基础平面图	1:50, 1:100	1:60
	1:150, 1:200	
圈梁平面图、总图中管沟、地下设施等	1:200, 1:500	1:300
详图	1:10, 1:20	1:5, 1:25, 1:4

3) 构件的名称应用代号来表示,代号后应用阿拉伯数字标注该构件的型号或编号,也可为构件的顺序号。构件的顺序号采用不带角标的阿拉伯数字连续编排。常用的构件代号见表 1-6。

表 1-6 常用构件代号

序号	名称	代号	序号	名称	代号	序号	名称	代号
1	板	B	10	连系梁	LL	19	承台	CT
2	屋面板	WB	11	基础梁	JL	20	桩	ZH
3	楼梯板	TB	12	楼梯梁	TL	21	基础	J
4	柱	Z	13	框架梁	KL	22	梁垫	LD
5	框架柱	KZ	14	框支梁	KZL	23	预埋件	M-
6	梁	L	15	屋面框架梁	WKL	24	钢筋网	W
7	屋面梁	WL	16	框架	KJ	25	阳台	YT
8	圈梁	QL	17	刚架	GJ	26	梯	T
9	过梁	GL	18	支架	ZJ	27	雨篷	YP

注:1. 预制钢筋混凝土构件、现浇钢筋混凝土构件、钢构件,一般可直接采用本表中的构件代号。在绘图中,当需要区别上述构件的材料种类时,可在构件代号前加注材料代号,并在图纸中加以说明;

2. 预应力钢筋混凝土构件的代号,应在构件代号前加注“Y-”,如 Y-JL 表示预应力钢筋混凝土基础梁;

3. 当采用标准、通用图集集中的构件时,应用该图集集中的规定代号或型号注写。

1.3.2 结构设计说明

结构设计说明一般是说明设计依据条件、结构材料选用、统一构造做法、标准图选用,对涉及使用、施工等方面需进行说明的问题。内容一般包括以下几项:

1) 建筑结构类型及概况、建筑结构安全等级和设计使用年限、建筑抗震设防分类、抗震设防烈度(设计基本地震加速度及设计地震分组)、场地类别和钢筋混凝土结构抗震等级、地基基础设计等级等。

2) 设计±0.000 标高所对应的绝对标高、持力层土层类型及承载力特征值、地下水位情况、场地的地震动参数、地基液化、湿陷及其他不良地质作用、地基土冻结深度、相应的处理措施。

3) 设计荷载,包括规范未做出具体规定的荷载均应注明使用荷载的标准值。

4) 混凝土结构的环境类别、材料选用、强度等级、材料性能和施工质量的特别要求等。

5) 受力钢筋混凝土保护层厚度,结构的统一做法和构造要求及标准图选用。

6) 施工注意事项,如所用材料性能、施工程序、专业配合及施工质量验收的特殊要求等。

以上是对结构设计的总体说明。对局部问题的说明,可分别写在各有关图纸中,位置一般放于右下角图签以上。

1.3.3 基础平面图及详图

1. 基础平面图内容与绘法

1) 采用直接正投影法绘制,剖视位置在正负零处,应画出剖到的墙或柱及其基础底面的轮廓线(如条形基础和独立基础的底面外形)。

2) 基础平面应绘制与建筑图一致的平面布置和轴线,表示建筑朝向的指北针,一般画在平面图的右上角。

3) 标注轴线、墙、柱尺寸关系和剖面号,标注基础底面尺寸,标注墙垛、垃圾道等的断面尺寸,基础梁、柱等的编号,标注圈梁、构造柱的平面布置、基槽宽度等。

4) 剖到的墙或柱应画成中粗线,基础底面外形用细线,钢筋混凝土柱子涂红。

2. 基础详图内容与绘法

1) 注明室内地面至基础底面范围内的竖向尺寸、墙厚、垫层宽度、大放脚的尺寸和总宽度尺寸,防潮层位置及垫层做法,外墙基础剖面还需注明室外地坪的相对标高。

2) 钢筋混凝土基础尚应标注配筋直径与间距,现浇注基础尚应标注预留插筋、搭接长度、箍筋加密等,

对桩基础要表示承台、配筋及桩尖埋深等

3) 绘制圈梁截面尺寸、配筋数量等。

4) 防潮层做法及距室内地面的尺寸,一般可在附注中说明。

1.3.4 结构平面图

结构平面图是表示建筑物各层楼面及屋顶承重构件的平面布置的图样。可分为楼层结构平面图和屋面结构平面图。

1. 一般要求

1) 结构平面图应采用正投影法绘制,剖视位置在楼板顶面上。

2) 在结构平面图中,如若干部分相同时,可只绘制一部分,并用大写的拉丁字母(A、B、C…)外加细实线圆圈表示相同部分的分类符号,分类符号圆圈直径为 8mm 或 10mm,其他相同部分仅标注分类符号。

3) 结构平面图中的剖面图、断面详图的编号顺序宜按下列规定编排:外墙按顺时针方向从左下角开始编号;内横墙从左至右,从上至下编号;内纵墙从上至下,从左至右编号。

2. 结构平面图内容与画法

1) 定位轴线应与建筑平面图或总平面图一致,并标注结构标高,标注墙、柱、梁的关系尺寸,现浇板上的预留孔洞,应注明其位置尺寸和构造钢筋。

2) 被楼板挡住而看不见的墙、柱、梁用虚线画出,楼板块用细实线画出。

3) 注明构件编号和详图索引(如阳台、雨篷另有详图时),楼梯间只绘出交叉线,其结构布置另见详图。

4) 圈梁一般用单线条绘出平面布置图,并绘出圈梁截面图,注明标高、截面尺寸、钢筋数量。

1.3.5 钢筋混凝土构件详图

1. 柱、墙、梁详图

传统的方法是将构件(柱、墙、梁)从结构平面布置图中索引出来,再逐个绘制配筋详图,使绘图繁琐且工作量庞大。建筑结构设计图平面整体设计方法(平法)对传统的方法做了重大改革。目前,平法作为结构施工图的新型设计表示方法,已广为采用。

平法的表达形式,概括来讲,是把结构构件的尺寸和配筋等,按照平面整体表示法制图规则,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结合,即构成一套新型完整的结构施工图。相应的标准图集是《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》(03G101-1),它是设计者完成柱、墙、梁平法施工图的依据。具体制图规则可查看该图集。

2. 楼梯结构详图

楼梯结构详图是由各层楼梯平面图、楼梯剖面图和详图等组成。

1) 楼梯结构详图一般应单独绘制。

2) 楼梯结构平面图中各承重构件的表达方式和尺寸注法与楼层结构平面图相同。

3) 楼梯剖面图要注明休息平台的相对标高(结构标高),梁、板编号和踏步尺寸,注明楼梯的宽度、梁的位置和剖面号,以及梁、板、柱的编号等。

4) 所用比例较大且能够表示清楚时,踏步板、平台板的配筋可直接画在楼梯平、剖面图中,并注明钢筋编号、直径、间距和必要的关系尺寸。

5) 平台梁配筋图应包括纵剖面与横剖面图,单独画在同一图中,纵剖面上注明钢筋编号、纵筋直径和根数,箍筋适当绘出并注明直径和间距,横剖面应标注截面尺寸,纵筋与箍筋的位置、编号、直径和数量,在剖面下方应注明剖面编号和比例。

针对现浇混凝土板式楼梯,也有平面整体的表达形式,相应的标准图集是《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)(03G101-2),该图集适用于现浇混凝土结构和砌体结构,包括九种常用的现浇板式楼梯,给出了现浇混凝土楼梯的制图规则和标准构造详图以及楼梯计算及 CAD 软件。它是设计者实施楼梯平法施工图的依据。具体内容可查看该图集。

第二章 PKPM 结构设计软件应用

PKPM 建筑工程软件系统是集建筑、结构、设备(水、暖、电、空调)、概预算和施工管理于一体的大型 CAD 系统,由中国建筑科学研究院建筑结构研究所研制而成,采用人机交互建模、专业分析计算与施工图连续作业,是国内惟一全方位开发自主知识产权的 CAD 系统,也是目前国内各建筑设计单位普遍采用的设计软件之一。PKPM 全系统由 21 个大模块组成,其中结构设计模块占 13 个,可见结构设计软件是 PKPM 的核心。本章主要介绍 PKPM 的结构设计软件部分。当然,除 PKPM 建筑工程软件系统外,常见的建筑结构设计软件还有:由广东省建筑设计研究院和深圳市广厦软件有限公司联合研制的“广厦建筑结构 CAD 系列软件”;由中国建筑研究院高层建筑技术开发部研制的用来分析多层及高层建筑结构的专用程序——TBSA 程序;由浙江大学建筑工程学院空间结构研究中心开发的“MSTCAD 空间网架结构分析设计软件”;由北京天正工程软件有限公司开发的“天正结构 Tasd”等。

下面以 2002 规范版本 PKPM 结构设计软件介绍其具体应用方法。

2.1 PKPM 结构设计软件简介

PKPM 系列 CAD 软件是一套集建筑设计、结构设计、设备设计、工程量统计和概预算报表等于一体的大型综合 CAD 系统。

系统中建筑设计软件(APM)在我部自行研制开发的中文彩色三维图形支撑系统(CFG)下工作,操作简便。用人机交互方式输入三维建筑形体。对建立的模型可从不同高度和角度的视点进行透视观察,或者进行建筑室内漫游观察。直接对模型进行渲染及制作动画。除方案设计、建筑总图外,APM 还可完成平面、立面、剖面及详图的施工图设计,备有常用图库及纹理材料库,其成图具有较高的自动化程度和较强的适应性。

本系统装有先进的结构分析软件包,容纳了国内最流行的各种计算方法,如平面杆系、矩形及异形楼板、高层三维壳元及薄壁杆系、梁板楼梯及异形楼梯、各类基础、砖混及底框抗震分析等。全部结构计算模块均按新的设计规范编制。全面反映了新规范要求的荷载效应组合,设计表达式,抗震设计新概念要求的强柱弱梁、强剪弱弯、节点核心、罕遇地震以及考虑扭转效应的振动耦连计算方面的内容。

PKPM 系统有丰富和成熟的结构施工图辅助设计功能,可完成框架、排架、连续梁、结构平面、楼板配筋、节点大样、各类基础、楼梯、剪力墙、钢结构框架、桁架、门式刚架、预应力框架等施工图绘制,并在自动选配钢筋,按全楼或层、跨剖面归并,布置图纸版面,人机交互干预等方面独具特色。在砖混计算中可考虑构造柱共同工作,可计算各种砌块材料,底框上层砖房结构 CAD 适用于任意平面的一层或多层底框。

PKPM 系列 CAD 软件在国内率先实现建筑与结构及设备、概预算数据共享。从建筑方案设计开始,建立建筑物整体的公用数据库,全部数据可用于后续的结构设计;各层平面布置及柱网轴线可完全公用,并自动生成建筑装饰材料及围护填充墙等设计荷载,经过荷载统计分析及传递计算生成荷载数据库,并可自动地为上部结构及各类基础的结构计算提供数据文件,如平面框架、连续梁、高层三维分析、砖混及底框砖房抗震验算等所需的数据文件。自动生成设备设计的条件图。代替了人工准备的大量工作,大大提高了结构分析的正确性及使用效率。

设备设计包括采暖、空调、给排水及电气,可从建筑生成条件图及计算数据,也可从 AUTOCAD 直接生成条件图。交互式完成管线及插件布置,计算、绘图一体化。

本系统采用独特的人机交互输入方式,使用者不必填写繁琐的数据文件。输入时用鼠标或键盘在屏幕上勾画出整个建筑物。软件有详细的中文菜单指导用户操作,并提供了丰富的图形输入功能,有效地帮助输入。实践证明,设计人员容易掌握这种方式,而且它比传统的方法可提高效率十几倍。

PKPM 系列 CAD 软件由以下几个部分组成:

1) 建筑设计。三维建筑设计软件 APM。

2) 结构工程。建筑结构设计中所涉及的一系列软件,包括 PMCAD、PK、TAT、SATWE、JCCAD、

LTCAD、JLQ、GJ、BOX、STS、PREC 等模块。

3) 建筑设备。包括通风空调、电气、采暖和给排水等,由 CPM、EPM、HPM、WPM 等模块组成。

4) 工程量与概预算。进行建筑工程的工程量统计与制作概预算报表的软件 STAT。

2.2 S-1 模块应用

S-1 模块包括:PK、PMCAD、TAT(≤ 8 层)、SATWE(≤ 8 层)。

我们将主要介绍 PK(钢筋混凝土框架、框排架、排架、连续梁结构计算与施工图绘制软件)与 PMCAD(结构平面计算机辅助设计软件)。

2.2.1 PMCAD

PMCAD(结构平面计算机辅助设计软件)是担负整套结构软件中模型输入与绘制平面施工图的模块。PMCAD 模块是整个结构 CAD 系统的核心,也是建筑 CAD 与结构 CAD 的必要接口。

PMCAD 软件通过人机交互输入方法建立起各层结构布置数据和荷载数据,结构布置包括柱、梁、墙、洞口、次梁、预制板、挑梁、错层等;荷载生成中除计算结构自重外,还自动完成从楼板到次梁,从次梁到主梁,从主梁到承重柱墙,再从上部结构到基础的全部传导计算,加上局部的外加荷载,PMCAD 可方便地建立整栋建筑的荷载数据。

下面主要介绍 PMCAD 的基本功能和使用。

打开 PKPM 系列软件应用程序,单击结构选项,选取 PMCAD,就会出现如图 2-1 所示的界面。

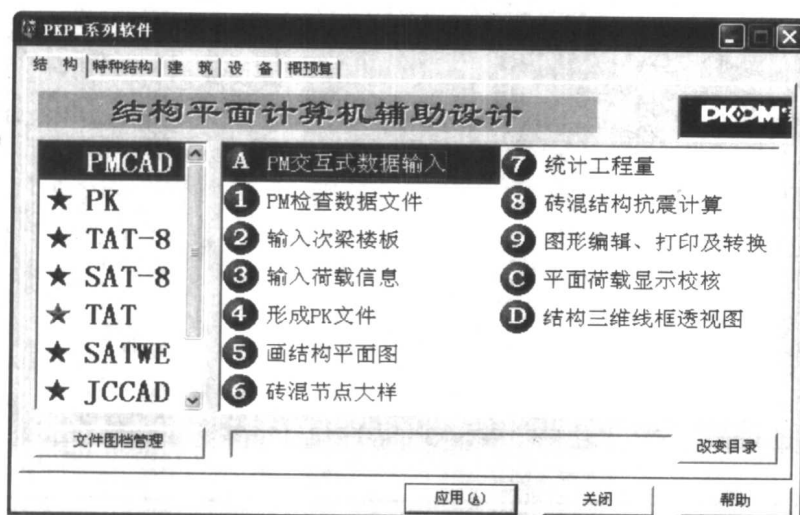


图 2-1 PMCAD 菜单界面

下面分别介绍各菜单的功能和使用。

主菜单 A:PM 交互式数据输入

进入 PM 交互式数据输入菜单,屏幕右侧将显示如图 2-2 所示菜单。

对于新建文件,用户应依次执行各菜单单项,对旧文件,用户可根据需要直接进入某项菜单(注意:程序所输入的尺寸单位全部为 mm)。

第 1 步,“轴线输入”是利用作图工具绘制建筑物整体的平面定位轴线。可为各标准层定义不同的轴线,如各层轴线变化不大,用户可先建立某标准层平面定位轴线,再拷贝此标准层对某层轴线单独修改,形成另外标准层的轴线。注意:当拷贝某一标准层后,其轴线和构件布置同时拷贝。

第 2 步,“网点生成”是程序自动将绘制的定位轴线分割为网格和节点。凡是轴线相交处都会产生一个节点,轴线线段的起止点也作为节点。这里用户可对程序自动分割所产生的网格和节点进行进一步的修改。网格确定后即可给轴线命名。

图 2-3 所示是“轴线输入”和“网点生成”操作完成后形成的图形,在此菜单界面单击回前菜单即返回到