



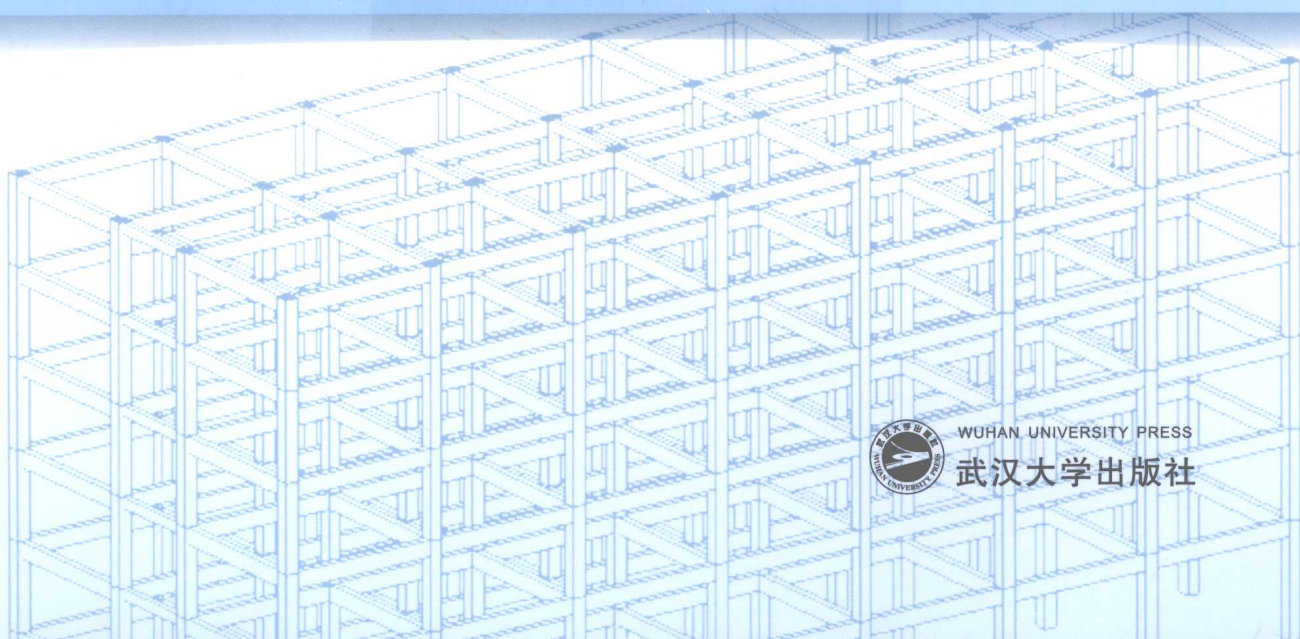
高等学校土木工程专业“十二五”系列规划教材·应用型

结构设计软件应用——PKPM

● 主编 万胜武 陈占锋 主审 蒋青青 唐 振



NLIC2971016538



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

高等学校土木工程专业“十二五”系列规划教材·应用型

结构设计软件应用

——PKPM

主 编 万胜武 陈占锋
副主编 向 娟 李 灵 石玉环
主 审 蒋青青 唐 振



NLIC2971016638



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

结构设计软件应用:PKPM/万胜武,陈占锋主编. —武汉:武汉大学出版社,2014.8
高等学校土木工程专业“十二五”系列规划教材·应用型
ISBN 978-7-307-14003-5

I. 结… II. ①万… ②陈… III. 建筑结构—计算机辅助设计—应用软件—高等学校—教材 IV. TU311.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 181978 号



责任编辑:曲生伟 责任校对:鲁周静 装帧设计:吴 极

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)
(电子邮件:whu_publish@163.com 网址:www.stmpress.cn)

印刷:武汉市金港彩印有限公司

开本:850×1168 1/16 印张:8.25 字数:227千字

版次:2014年8月第1版 2014年8月第1次印刷

ISBN 978-7-307-14003-5 定价:25.00元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

高等学校土木工程专业“十二五”系列规划教材·应用型

编审委员会

顾问 王世庆 刘 华 杨家仕 戴运良

主任委员 康志华 张志国

副主任委员 罗特军 李平诗 张来仪 何志伟 邹 皓 杨乃忠

王君来 周家纪 袁自峰 冯治流

委 员(按姓氏笔画排名)

万胜武 王若志 王星捷 王晓明 王涯茜 白立华

刘 琛 李 然 李忠定 李章政 吴浙文 张士彩

尚晓峰 郝献华 胡益平 段 旻 韩俊强 蒲小琼

蔡 巍 魏泳涛

总责任编辑 曲生伟

秘 书 长 王 睿

特别提示

教学实践表明,有效地利用数字化教学资源,对于学生学习能力以及问题意识的培养乃至怀疑精神的塑造具有重要意义。

通过对数字化教学资源的选取与利用,学生的学习从以教师主讲的单向指导的模式而成为一次建设性、发现性的学习,从被动学习而成为主动学习,由教师传播知识而到学生自己重新创造知识。这无疑是锻炼和提高学生的信息素养的大好机会,也是检验其学习能力、学习收获的最佳方式和途径之一。


本系列教材在相关编写人员的配合下,将逐步配备基本数字教学资源,其主要内容包括:

课程教学指导文件

- (1)课程教学大纲;
- (2)课程理论与实践教学时数;
- (3)课程教学日历:授课内容、授课时间、作业布置;
- (4)课程教学讲义、PowerPoint 电子教案。

课程教学延伸学习资源

- (1)课程教学参考案例集:计算例题、设计例题、工程实例等;
- (2)课程教学参考图片集:原理图、外观图、设计图等;
- (3)课程教学试题库:思考题、练习题、模拟试卷及参考解答;
- (4)课程实践教学(实习、实验、试验)指导文件;
- (5)课程设计(大作业)教学指导文件,以及典型设计范例;
- (6)专业培养方向毕业设计教学指导文件,以及典型设计范例;
- (7)相关参考文献:产业政策、技术标准、专利文献、学术论文、研究报告等。

 本书基本数字教学资源及读者信息反馈表请登录 www.stmpress.cn 下载,欢迎您对本书提出宝贵意见。

前 言

随着计算机技术的发展,运用计算机帮助工程设计人员进行工程设计,不仅让更多的人可以轻松地踏进设计行业的门槛,还加快了设计行业的发展。虽然我国运用 CAD 技术进行工程设计起步相对较晚,但目前大量的设计应用软件在设计、教学、科研、施工等单位得到了广泛的应用。

在诸多工程设计软件中,由中国建筑科学研究院推出的 PKPM 结构系列软件日益完善,涵盖了结构设计的各个方面,现已成为国内应用最为普遍的 CAD 系统。它紧跟行业需求和不断更新的规范,开发出对行业产生巨大影响的软件产品,成为国内最有影响力的结构设计软件。

PKPM 系列软件是一套集建筑、结构、设备、概预算及施工为一体的集成系统软件,采用独特的人机交互输入方式,自动计算结构自重,自动传导恒、活荷载和风荷载,在这些工作的基础上,自动完成内力分析、配筋计算等并生成各种计算数据。基础程序自动接上部结构的平面布置信息及荷载数据完成基础的计算设计。

为了使教学人员和学生能尽快地掌握 PKPM 结构系列软件的应用技巧,编者根据多年设计经验和软件应用经验,将专业知识与应用实例结合,循序渐进地对 PKPM 结构系列软件进行系统介绍。本书共 6 章,以 PKPM 2010 为蓝本,主要内容为绪论、结构整体建模、结构计算与校核、施工图设计、基础设计、楼梯结构设计,并附有实际工程完整的计算书和施工图。

本书由武汉科技大学城市建设学院万胜武、重庆大学城市科技学院陈占锋担任主编,重庆大学城市科技学院向娟、西南科技大学城市学院李灵、黑龙江东方学院石玉环担任副主编,全书由陈占锋统稿。

具体编写分工如下:

武汉科技大学城市建设学院,万胜武(第 1 章);

重庆大学城市科技学院,陈占锋(前言、第 2 章、第 5 章、附录 2);

重庆大学城市科技学院,向娟(第 4 章、第 6 章、附录 1);

西南科技大学城市学院,李灵(第 3 章);

黑龙江东方学院,石玉环(第 3 章)。

中南大学蒋青青教授、中冶长天国际工程有限责任公司唐振工程师担任本书主审,并对本书的编写提出了许多宝贵的意见和建议,特致谢意。

本书语言简练、内容完整、实用性强、实例丰富、特点明显,适合本科、大专院校土木工程专业学生、建筑设计人员及 PKPM 软件的初学者参考使用。

由于编者水平有限,书中难免存在遗漏或不足之处,恳请广大专家和读者提出宝贵意见和建议,编者不胜感谢。

编 者

2014 年 6 月

目 录

1 绪论	(1)
1.1 建筑结构计算理论的建立和发展	(1)
1.2 主流建筑结构设计软件	(1)
1.3 本课程的基本内容及学习方法	(2)
2 PMCAD 结构平面辅助设计软件	(3)
2.1 PMCAD 的基本特点	(3)
2.2 建筑模型与荷载输入	(5)
3 SATWE 结构空间有限元分析设计软件	(22)
3.1 SATWE 软件的特点	(22)
3.2 接 PM 生成 SATWE 数据	(23)
3.3 结构内力与配筋计算	(28)
3.4 分析结果图形和文本显示	(29)
4 梁、柱、板施工图设计	(32)
4.1 梁平法施工图	(32)
4.2 柱平法施工图	(36)
4.3 一榀框架施工图	(38)
4.4 楼板施工图	(42)
5 JCCAD 基础工程辅助设计软件	(48)
5.1 JCCAD 软件的特点	(48)
5.2 基础人机交互输入	(49)
5.3 基础平面施工图	(54)
6 LTCAD 楼梯辅助设计软件	(57)
6.1 交互式数据输入	(57)
6.2 钢筋校核	(62)
6.3 楼梯施工图	(65)
附录 1 混凝土框架结构计算书	(67)
结构设计信息	(68)
周期 振型 地震力	(78)
结构位移	(89)
附录 2 混凝土框架结构施工图	(109)
结构设计总说明	(110)
参考文献	(122)

1 绪 论

【内容提要】

本章的主要内容包括概述房屋建筑结构理论的建立和发展,介绍结构计算的特点和当前主要结构设计软件的应用情况。

【能力要求】

通过本章的学习,学生应了解结构理论的发展概况,熟悉当前结构设计软件的应用情况,掌握本门课程的学习方法。

1.1 建筑结构计算理论的建立和发展

1.1.1 建筑结构计算理论发展概况

人类早期的房屋建筑并无系统的结构计算理论。那时,房屋结构简单、建筑材料单一,完全凭借能工巧匠的智慧和工程经验来完成房屋的建造。随着社会的进步和发展,工程建设任务的增加及新的材料在建筑上的运用,完全凭工程经验来搞建设难以适应社会的发展。为此,迫切需要建立系统的结构理论来指导工程建设,以适应社会的发展潮流。

最初的建筑结构计算理论是建立在材料力学理论基础之上的容许应力设计法,其发展经历了以下几个阶段:破损阶段设计法(最大荷载法)阶段、极限状态设计法阶段和以概率论为基础的极限状态设计法阶段。

1.1.2 建筑结构设计计算的特点

上述无论哪个阶段都离不开数据的计算。早期的结构计算由工程设计人员凭借手中的计算表格、计算尺和手摇计算机等简单工具进行大量的数据运算,计算周期长、任务繁重。对于结构单一、体量较小的建筑物来说,人工计算尚可完成。但对于现代建筑来说,人工进行结构计算几乎成了不可能完成的任务。现代建筑结构具有以下特点:

- ① 超高层建筑广泛应用。
- ② 建筑结构形式复杂、多样。
- ③ 新材料广泛应用。

正是由于建筑结构形式的复杂性、新材料的应用,导致了结构计算的复杂化,而计算机及其技术的发展为解决这一难题提供了坚实的基础。

1.2 主流建筑结构设计软件

目前,国内外常用建筑结构设计计算机应用软件见表 1-1。

表 1-1

常用建筑结构设计软件

软件名称	研发单位	适用方向(专业)
PKPM	中国建筑科学研究院建研科技股份有限公司	建筑、结构、设备(给排水、采暖、通风空调、电气)等设计
广厦建筑结构 CAD	深圳市广厦科技有限公司	多、高层建筑设计
3D3S 同济大学	上海同磊土木工程技术有限公司	空间钢结构设计
探索者结构 CAD	北京探索者软件技术有限公司	多、高层建筑工程结构辅助设计
理正结构	北京理正软件股份有限公司	深基坑、结构 CAD、人防、基础设计
SFCAD	北京云光建筑设计咨询开发公司	空间网架结构设计
MSTCAD	浙江大学空间结构研究中心	空间网架结构设计
MIDAS	韩国 POSCO 开发公司	桥梁、建筑结构、基础设计
SAP2000	金土木设计软件公司(中国建筑标准设计研究院与美国 CSI 公司合作开发)	桥梁、工业建筑、输电塔、设备基础、电力设施、索缆结构、运动设施、演出场所及其他一些特殊结构的设计

据了解,国内各建筑设计单位、科研机构、大专院校最常用的结构计算软件有 PKPM、广厦 CAD、探索者(TSSD)。另一项数据表明,在国内设计行业中,PKPM 拥有用户上万家,市场占有率达 95%以上。因此,本书只针对目前较为流行的结构软件 PKPM 进行入门介绍。

1.3 本课程的基本内容及学习方法

1.3.1 主要内容

熟练掌握 PKPM 软件中多高层钢筋混凝土结构设计的操作及应用,会阅读、分析计算结果,并能对结果的正确性和准确性作出应有的评判,对结构设计进行进一步优化和深化。

1.3.2 目的和意义

本门课程为结构专业的实践课,是土木工程专业的必备知识。掌握本门课程内容,在校期间可以应用于毕业设计,对毕业后欲从事工程设计的同学亦可打下良好的基础。因此,学好本门课程具有现实和深远的意义。

1.3.3 学习方法

结构软件是结构设计的必备工具,学习过程中除了应具备扎实的专业知识功底外,特别强调动手能力,学习者不仅应注重理论与实践相结合,而且还要熟悉结构设计的各种规范。

2 PMCAD 结构平面辅助设计软件

【内容提要】

本章的主要内容包括轴线输入、网格生成、楼层定义、荷载输入、设计参数、楼层组装。本章的教学重点是楼层定义中各种构件的布置过程,楼面恒荷载、活荷载的输入布置以及各构件荷载的输入。本章的教学难点是设计参数的正确设置。

【能力要求】

通过本章的学习,学生应熟练掌握 PMCAD 结构平面辅助设计软件的建模流程,初步了解结构设计的步骤,理解由建筑平面图到结构平面图的识图、看图建模过程。

PMCAD 是 PKPM 软件的基本组成模块之一,采用人机交互方式,进行结构基本建模计算数据的输入,引导用户逐层地布置各层平面和各层楼面,并具有较强的荷载统计和传导计算功能,除计算结构自重外,还可自动完成从楼板到次梁,从次梁到主梁,从主梁到承重柱墙的荷载传导,最后从上部结构传到基础的全部计算,PMCAD 可方便地建立整栋建筑的数据结构模型。

PMCAD 是 PKPM 结构设计软件的核心,为功能设计提供数据接口。完成 PMCAD 的建筑模型与荷载输入、结构楼面布置信息、楼面荷载传导计算操作后就可以进入其他模块进行结构分析和计算。

2.1 PMCAD 的基本特点

2.1.1 PMCAD 的适用范围

PMCAD 的适用范围广泛,结构平面形式任意,平面网格可以正交也可斜交成复杂体型平面,并可处理弧形墙、弧形梁、圆柱、各类偏心、转角等。相关技术参数要求如下:

- | | |
|-------------------|-------|
| ① 层数 | ≤190 |
| ② 标准层 | ≤190 |
| ③ 正交网格时,横向网格、纵向网格 | ≤100 |
| 斜交网格时,网格线条数 | ≤5000 |
| 用户命名的轴线总条数 | ≤5000 |
| ④ 节点总数 | ≤8000 |
| ⑤ 标准柱截面 | ≤300 |
| 标准梁截面 | ≤300 |
| 标准墙体洞口 | ≤240 |

标准楼板洞口	≤ 80
标准墙截面	≤ 80
标准斜杆截面	≤ 200
标准荷载定义	≤ 6000
⑥ 每层柱根数	≤ 3000
每层梁根数(不包括次梁)	≤ 8000
每层圈梁根数	≤ 8000
每层墙数	≤ 2500
每层房间总数	≤ 3600
每层次梁总根数	≤ 1200
每个房间周围最多可以容纳的梁墙数	< 150
每节点周围不重叠的梁墙根数	≤ 6
每层房间次梁布置种类数	≤ 40
每层房间预制板布置种类数	≤ 40
每层房间楼板开洞种类数	≤ 40
每个房间楼板开洞数	≤ 7
每个房间次梁布置数	≤ 16
每层层内斜杆布置数	≤ 2000
全楼空间斜杆布置数	≤ 3000

⑦ 两节点之间最多安置一个洞口。需安置两个洞口时,应在两洞口间增设一条网格线与一个节点。

⑧ 结构平面上的房间数量的编号是由软件自动生成的,软件将墙或梁围成的一个个平面闭合体自动编成房间,房间用来作为输入楼面上的次梁、预制板、洞口和导荷载、画图的一个基本单元。

⑨ 次梁是指在房间内布置且在执行 PMCAD 主菜单 1 的“次梁布置”时输入的梁,不论在矩形房间或非矩形房间均可输入次梁。“次梁布置”时不需要布置网格线,次梁和主梁、墙相交处也不产生节点。若房间内的梁在 PMCAD 主菜单 1 的“主梁布置”时输入,程序将该梁作为主梁处理。用户在操作时把一般的次梁在“次梁布置”时输入的好处是:可避免过多的无柱连接点,避免这些点将主梁分隔过细,或造成梁的根数和节点的个数过多而超界,或造成每层房间数量超过 3600 间而使程序无法运行。当工程规模较大而节点、杆件或房间数超界时,把主梁当作次梁输入可有效地大幅度减少节点、杆件和房间的数量。对于弧形梁,因目前程序无法输入弧形次梁,可把弧形梁作为主梁输入。

⑩ 这里输入的墙应是结构承重墙或抗侧力墙,框架填充墙不应当作墙输入,它的重量可作为外加荷载输入,否则不能形成框架荷载。

⑪ 平面布置时,应避免大房间内套小房间的布置,否则会在荷载导算或统计材料时重叠计算;可在大小房间之间用虚梁(虚梁为截面 $100\text{ mm} \times 100\text{ mm}$ 的梁)连接,将大房间切割成多个小房间。

2.1.2 PMCAD 的操作步骤

PMCAD 的具体操作步骤为:

- ① 建筑模型与荷载输入。
- ② 平面荷载显示校核。
- ③ 画结构平面图。
- ④ 形成 PK 文件。
- ⑤ 结构三维线框透视图。
- ⑥ AutoCAD 平面图向建筑模型转化。
- ⑦ 图形编辑、打印及转换。

2.2 建筑模型与荷载输入

模型的建立是结构计算分析以及施工图绘制的前提和基础。模型的正确与否,荷载的输入以及传导,直接影响后面的计算分析,因此模型的建立是重点。下面我们以简单的框架结构为例,讲解软件的操作流程。

2.2.1 工程概况

某工程为七层钢筋混凝土框架结构,7度(0.1g)抗震设防,抗震等级为三级,楼面层恒荷载为 4.5 kN/m^2 ,活荷载为 2.0 kN/m^2 ,屋面层恒荷载为 6.0 kN/m^2 ,活荷载为 0.5 kN/m^2 ,基本风压为 0.4 kN/m^2 ,底层层高 3.6 m ,其余各楼层层高 3.3 m 。柱截面为 $500\text{ mm}\times 500\text{ mm}$,梁截面为 $300\text{ mm}\times 600\text{ mm}$ 和 $250\text{ mm}\times 400\text{ mm}$ 。框架梁纵筋和箍筋均选用 HRB400 级钢筋,框架柱纵筋和箍筋均选用 HRB335 级钢筋,混凝土强度等级为 C30。基础采用柱下独立基础。结构平面图和框架轴测图如图 2-1 和图 2-2 所示。

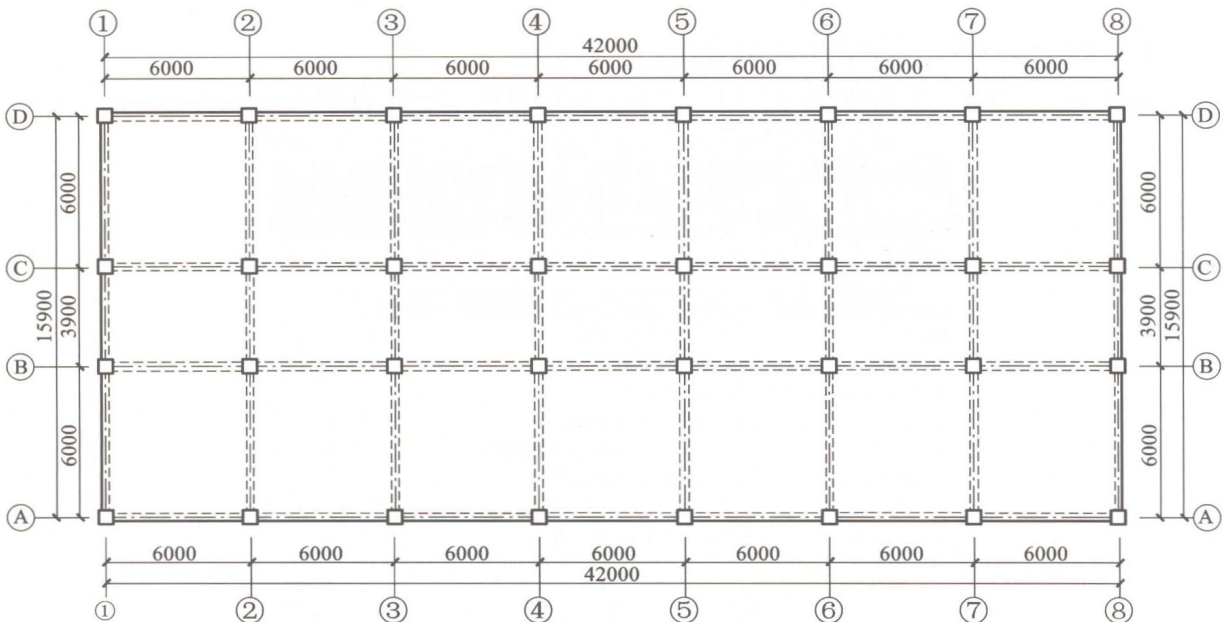


图 2-1 结构平面图

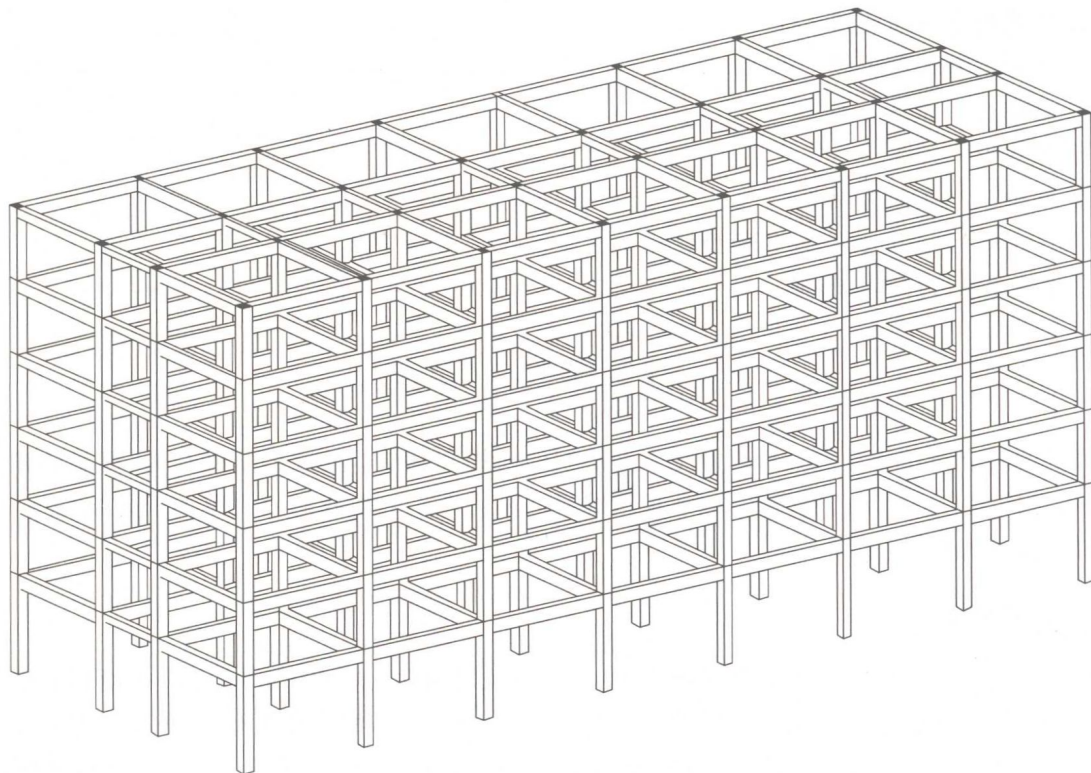



图 2-2 框架轴测图

2.2.2 建立新工程

(1)启动 PKPM 程序

双击 PKPM 图标 , 启动 PKPM 软件主界面。

在菜单的专项主页上选择“结构”主页, 显示 PKPM 软件主界面, 如图 2-3 所示。

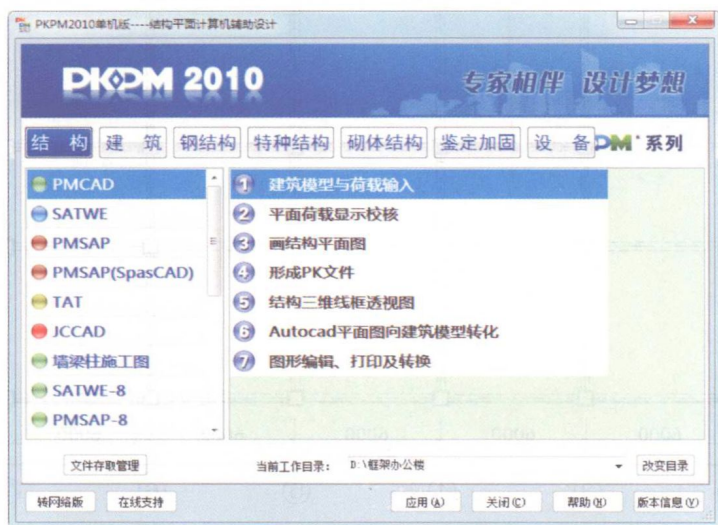


图 2-3 PKPM 软件主界面

(2) 创建新目录

在 D 盘新建文件夹,并命名为“框架办公楼”,点击主菜单右下角的“改变目录”按钮,弹出“选择工作目录”对话框,选择工作目录,如图 2-4 所示。可以新建工作目录,也可以直接读取已建立好的工作目录。

注意:每做一项新的工程,都应建立一个新的子目录,并在新的子目录中进行操作,避免不同工程之间的数据混淆。

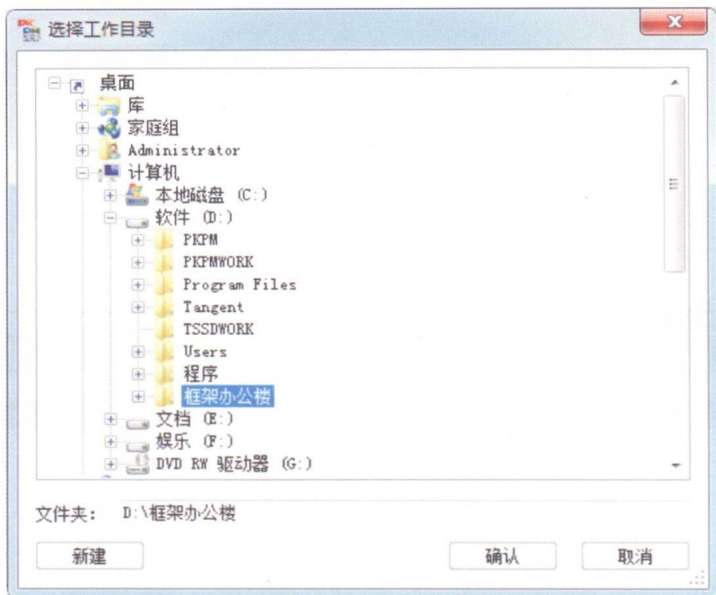


图 2-4 选择工作目录对话框

(3) 启动建模程序

在 PMCAD 中选择“建筑模型与荷载输入”,点击“应用”,进入建立模型状态,或双击“建筑模型与荷载输入”,进入操作界面。

(4) 输入新工程名

对于新建工程,需输入该工程的名称。在弹出的“交互式数据输入”对话框中,输入文件名“框架”或字母“KJ”(字母大小写均可),点击“确定”,如图 2-5 所示,启动建模程序。

注意:工程名不应大于 80 个英文字符或 40 个中文字符,且不能有特殊字符。



图 2-5 交互式数据输入对话框

进入人机交互界面,如图 2-6 所示。屏幕右侧的主菜单区,从【轴线输入】到【退出】的菜单次序是模型建立过程的操作顺序。

注意:在 PMCAD 软件主菜单所输入的尺寸单位全部为毫米(mm)。

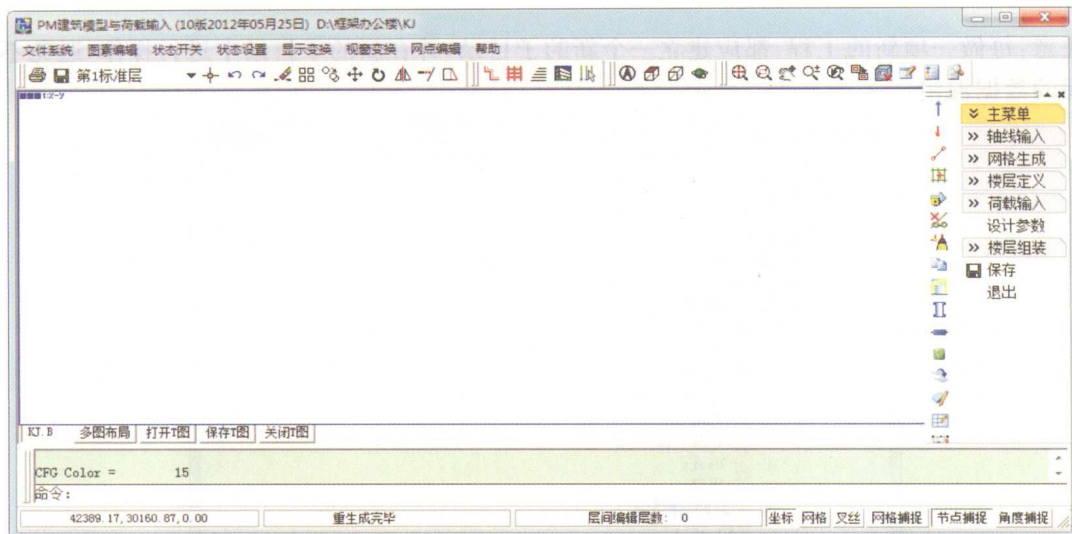


图 2-6 人机交互界面

2.2.3 轴线输入

(1) 正交轴网输入

点击【轴线输入/正交轴网】,在“直线轴网输入”对话框中输入正交轴网参数:

双击“常用值”中的数字,或用键盘输入数值,在“下开间”一栏输入“6000*7”,在“左进深”一栏中输入“6000,3900,6000”,其他参数都取默认值,点击“确定”,如图 2-7 所示。

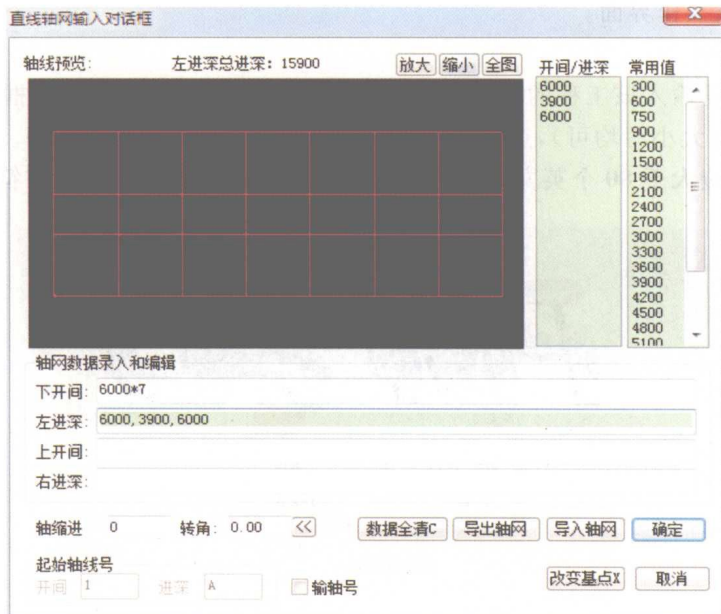


图 2-7 直线轴网输入对话框

(2) 轴线输入

点取【轴线输入/轴线命名】，屏幕下方提示：“轴线名输入：请用光标选择轴线(【Tab】成批输入)”。用光标点取 A 轴，屏幕下方提示：“轴线选中，输入轴线名”，输入 A，回车，注意字母应大写，再逐一点取 B、C、D 轴线，分别输入 B、C、D。以上是逐一选中轴线的方式输入轴线命名，适合轴线较少的情况，当轴线比较多时可采用成批输入。下面采用成批输入的方式输入①~⑧轴。

按键盘上【Tab】键，选择成批轴线命名。屏幕下方提示：“移光标点取起始轴线”，点取起始轴线①轴，提示：“移光标去掉不标注的轴线(【Esc】没有)”，①~⑧轴没有不需要命名的轴线，点击鼠标右键或按键盘上的【Esc】键，提示：“输入起始轴线名”，输入 1，表示起始轴线从 1 开始，程序自动对①~⑧轴线标注轴线名，如图 2-8 所示。成批输入方式适用于快速输入一批数字或字母按顺序排列的平行轴线。

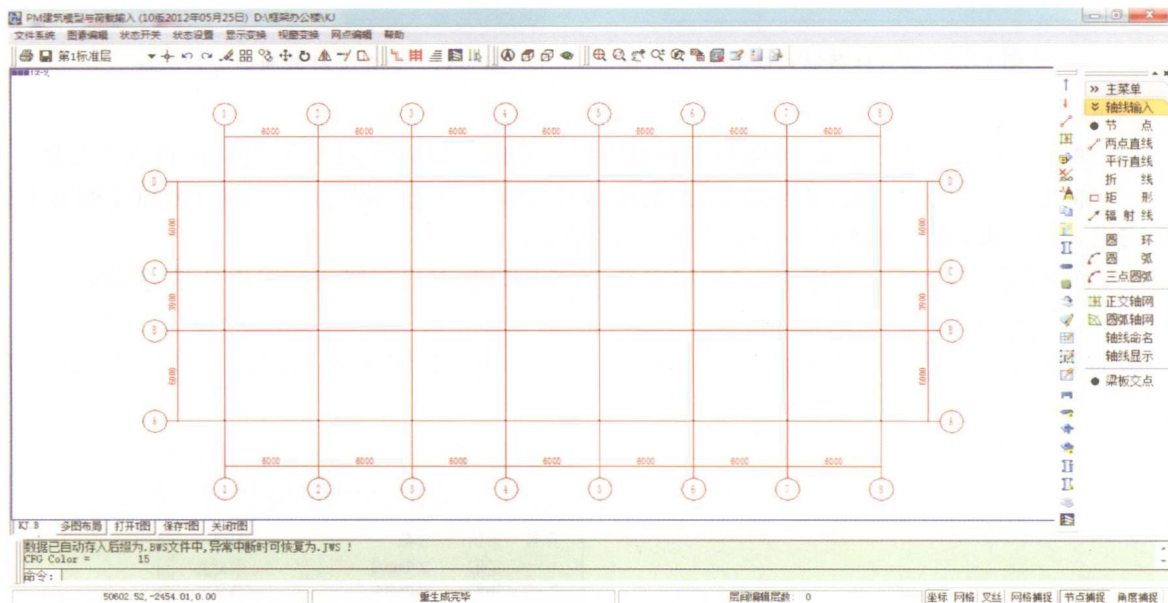


图 2-8 轴网平面布置图界面

2.2.4 楼层定义

(1) 柱布置

点取【楼层定义/柱布置】，弹出“柱截面列表”对话框，如图 2-9 所示。

点击“新建”按钮或者在列表框的空白处双击，弹出“输入第 1 标准柱参数”对话框，如图 2-10 所示。

定义 500mm×500mm 框架柱的参数：

矩形截面宽度(mm)为“500”；

矩形截面高度(mm)为“500”；

材料类别为“6：混凝土”。

点击“确定”，弹出“已定义的柱截面列表”对话框，如图 2-11 所示，表中显示定义的框架柱，选中列表中定义的柱，点击“布置”，将柱布置到轴网需要的位置。

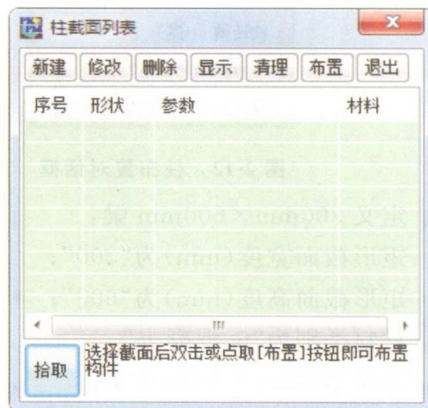


图 2-9 柱截面列表对话框

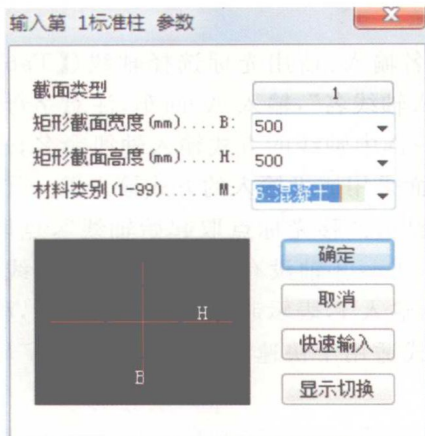


图 2-10 输入柱截面对话框

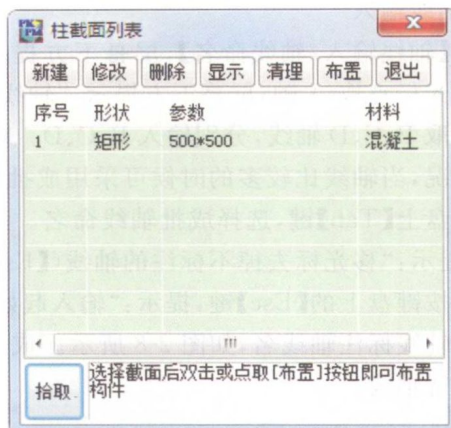


图 2-11 已定义柱截面列表对话框

注意:

- 弹出柱布置参数对话框,可以在布置时更改沿轴偏心、偏轴偏心、轴转角、柱底高等信息。
- 布置构件有四种方式,分别是光标、轴线、窗口、围栏方式,布置方式的切换可通过键盘上的【Tab】键进行切换,或在对话框中选择,如图 2-12 所示。
- 如果构件布置错误,可以点击【楼层定义/构件删除】,对已布置的错误构件进行删除。

(2) 主梁布置

点取【楼层定义/主梁布置】,弹出“梁截面列表”对话框,选择“新建”进行主梁定义,如图 2-13 所示。



图 2-12 柱布置对话框

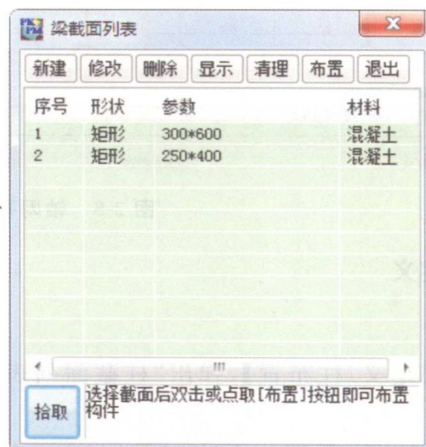


图 2-13 梁截面列表对话框

定义 300mm×600mm 梁:

矩形截面宽度(mm)为“300”;
矩形截面高度(mm)为“600”;
材料类别为“6:混凝土”。

定义 250mm×400mm 梁:

矩形截面宽度(mm)为“250”;
矩形截面高度(mm)为“400”;