



21st CENTURY

实用规划教材

21世纪全国应用型本科

土木建筑系列

实用规划教材



建筑结构CAD教程

主 编 崔钦淑

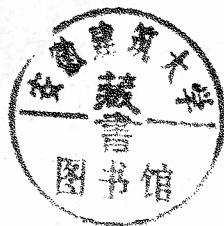


北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国应用型本科土木建筑系列实用规划教材

建筑结构 CAD 教程

崔钦淑 主 编



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书共分8章,内容包括:PKPM 建筑结构 CAD 概述,PMCAD 结构平面设计软件应用,PK 平面结构计算与施工图绘制软件,SATWE 多、高层建筑结构空间有限元分析与设计软件,TAT 多层及高层建筑结构三维分析与设计软件,绘制混凝土结构梁柱施工图,LTCAD 普通楼梯设计软件,JCCAD 基础设计软件。本书内容深入浅出,简明扼要,为方便学生自学,列举了多个例题,并附有习题,供学生操作练习使用。

本书可作为大学本科土木工程专业、成人高等教育土建专业的教材和教学参考书,也可作为广大土木工程设计人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑结构 CAD 教程/崔钦淑主编. —北京:北京大学出版社,2009.6

(21 世纪全国应用型本科土木建筑系列实用规划教材)

ISBN 978-7-301-15268-3

I. 建… II. 崔… III. 建筑结构—计算机辅助设计—高等学校—教材 IV. TU311.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 091132 号

书 名: 建筑结构 CAD 教程

著作责任者: 崔钦淑 主编

责任编辑: 吴 迪

标准书号: ISBN 978-7-301-15268-3/TU·0071

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电子邮箱: pup_6@163.com

印 刷 者: 北京飞达印刷有限责任公司

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 23.25 印张 540 千字

2009 年 6 月第 1 版 2009 年 6 月第 1 次印刷

定 价: 36.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

21 世纪全国应用型本科土木建筑系列实用规划教材

专家编审委员会

主 任 彭少民

副主任 (按拼音顺序排名)

陈伯望	金康宁	李 忱	李 杰
罗迎社	彭 刚	许成祥	杨 勤
俞 晓	袁海庆	周先雁	

委 员 (按拼音顺序排名)

邓寿昌	付晓灵	何放龙	何培玲
李晓目	李学罡	刘 杰	刘建军
刘文生	罗 章	石建军	许 明
严 兵	张泽平	张仲先	张俊彦

丛书总序

我国高等教育发展迅速，全日制高等学校每年招生人数至 2004 年已达到 420 万人，毛入学率 19%，步入国际公认的高等教育“大众化”阶段。面临这大规模的扩招，教育事业的发展与改革坚持以人为本的两个主体：一是学生，一是教师。教学质量的提高是在这两个主体上的反映，教材则是两个主体的媒介，属于教学的载体。

教育部曾在第三次新建本科院校教学工作研讨会上指出：“一些高校办学定位不明，盲目追求上层次、上规格，导致人才培养规格盲目拔高，培养模式趋同。高校学生中‘升本热’、‘考硕热’、‘考博热’持续升温，应试学习倾向仍然比较普遍，导致各层次人才培养目标难于全面实现，大学生知识结构不够合理，动手能力弱，实际工作能力不强。”而作为知识传承载体的教材，在高等教育的发展过程中起着至关重要的作用，但目前教材建设却远远滞后于应用型人才培养的步伐，许多应用型本科院校一直沿用偏重于研究型的教材，缺乏针对性强的实用教材。

近年来，我国房地产行业已经成为国民经济的支柱产业之一，随着本世纪我国城市化的大趋势，土木建筑行业对实用型人才的需求还将持续增加。为了满足相关应用型本科院校培养应用型人才的教學需求，从 2004 年 10 月北京大学出版社第六事业部就开始策划本套丛书，并派出十多位编辑分赴全国近 30 个省份调研了两百多所院校的课程改革与教材建设的情况。在此基础上，规划出了涵盖“大土建”6 个专业——土木工程、工程管理、建筑学、城市规划、给排水、建筑环境与设备工程的基础课程及专业主干课程的系列教材。通过 2005 年 1 月份在湖南大学的组稿会和 2005 年 4 月份在三峡大学的审纲会，在来自全国各地几十所高校的知名专家、教授的共同努力下，不但成立了本丛书的编审委员会，还规划出了首批包括土木工程、工程管理及建筑环境与设备工程等专业方向的四十多个选题，再经过各位主编老师和参编老师的艰苦努力，并在北京大学出版社各级领导的关心和第六事业部的各位编辑辛勤劳动下，首批教材终于 2006 年春季学期前夕陆续出版发行了。

在首批教材的编写出版过程中，得到了越来越多的来自全国各地相关兄弟院校的领导和专家的大力支持。于是，在顺利运作第一批土建教材的鼓舞下，北京大学出版社联合全国七十多家开设有土木建筑相关专业的高校，于 2005 年 11 月 26 日在长沙中南林学院召开了《21 世纪全国应用型本科土木建筑系列实用规划教材》（第二批）组稿会，规划了①建筑学专业；②城市规划专业；③建筑环境与设备工程专业；④给排水工程专业；⑤土木工程专业道路、桥梁、地下、岩土、矿山课群组近六十多个选题。至此，北京大学出版社规划的“大土木建筑系列教材”已经涵盖了“大土建”的 6 个专业，是近年来全国高等教育出版界唯一一套完全覆盖“大土建”6 个专业方向的系列教材，并将于 2007 年全部出版发行。

我国高等学校土木建筑专业的教育，在国家教育部和建设部的指导下，经土木建筑专业指导委员会六年来的研讨，已经形成了宽口径“大土建”的专业发展模式，明确了土木建筑专业教育的培养目标、培养方案和毕业生基本规格，从宽口径的视角，要求毕业生能

从事土木工程的设计、施工与管理工作。业务范围涉及房屋建筑、隧道与地下建筑、公路与城市道路、铁道工程与桥梁、矿山建筑等,并且制定一整套课程教学大纲。本系列教材就是根据最新的培养方案和课程教学大纲,由一批长期在教学第一线从事教学并有过多年工程经验和丰富教学经验的教师担任主编,以定位“应用型人才培养”为目标而编撰,具有以下特点:

(1) 按照宽口径土木工程专业培养方案,注重提高学生综合素质和创新能力,注重加强学生专业基础知识和优化基本理论知识结构,不刻意追求理论研究型教材深度,内容取舍少而精,向培养土木工程师从事设计、施工与管理的应用方向拓展。

(2) 在理解土木工程相关学科的基础上,深入研究各课程之间的相互关系,各课程教材既要反映本学科发展水平,保证教材自身体系的完整性,又要尽量避免内容的重复。

(3) 培养学生,单靠专门的设计技巧训练和运用现成的方法,要取得专门实践的成功是不够的,因为这些方法随科学技术的发展经常在改变。为了了解并和这些迅速发展的方法同步,教材的编撰侧重培养学生透析理解教材中的基本理论、基本特性和性能,又同时熟悉现行设计方法的理论依据和工程背景,以不变应万变,这是本系列教材力图涵盖的两个方面。

(4) 我国颁发的现行有关土木工程类的规范及规程,系 1999~2002 年完成的修订,内容有较大的取舍和更新,反映了我国土木工程设计与施工技术的发展。作为应用型教材,为培养学生毕业后获得注册执业资格,在内容上涉及不少相关规范条文和算例。但并不是规范条文的释义。

(5) 当代土木工程设计,越来越多地使用计算机程序或采用通用性的商业软件,有些结构特殊要求,则由工程师自行编写程序。本系列的相关工程结构课程的教材中,在阐述真实结构、简化计算模型、数学表达式之间的关系的基础上,给出了设计方法的详细步骤,这些步骤均可容易地转换成工程结构的流程图,有助于培养学生编写计算机程序。

(6) 按照科学发展观,从可持续发展的观念,根据课程特点,反映学科现代新理论、新技术、新材料、新工艺,以社会发展和科技进步的新近成果充实、更新教材内容,尽最大可能在教材中增加了这方面的信息量。同时考虑开发音像、电子、网络等多媒体教学形式,以提高教学效果和效率。

衷心感谢本套系列教材的各位编著者,没有他们在教学第一线的教改和工程第一线的辛勤实践,要出版如此规模的系列实用教材是不可能的。同时感谢北京大学出版社为我们广大编著者提供了广阔的平台,为我们进一步提高本专业领域的教学质量和教学水平提供了很好的条件。

我们真诚希望使用本系列教材的教师和学生,不吝指正,随时给我们提出宝贵的意见,以期进一步对本系列教材进行修订、完善。

本系列教材配套的 PPT 电子教案在出版社相关网站上提供下载。

《21 世纪全国应用型本科土木建筑系列实用规划教材》

专家编审委员会

2006 年 1 月

前 言

本书结合典型工程实例,详细介绍了 PKPM “结构”模块中各主要程序的基本使用方法及操作技巧,重点介绍了中国建筑科学研究院的 PKPM 系列软件中的建筑结构设计软件。本书按现行规范编写,采用了规范通用符号、计量单位和基本术语。

本书的内容深入浅出,简明扼要,达到了专业知识与设计软件的高度结合,具有很强的操作性和实用性。为方便学生学习,每章都精心设计了例题和习题(除第 1 章外),旨在引导学生举一反三,熟练掌握软件的应用。本书的“提示”用于提醒学生在设计中应该注意的问题或介绍实现同一目标的不同方法。

本书采取了“任务驱动式”的写作体例,注重理论与实践相结合,将实际工程中的实例从基础到上部结构的建模与计算及施工图的绘制分散到各章节中进行讲解,有利于教师组织课堂教学和学生的自学。相信读者通过本书的学习以及实践,定会受益匪浅。

本书共分 8 章:

第 1 章简单介绍了 PKPM 结构设计的基本步骤、结构设计系列软件、PMCAD 软件的应用范围及 PMCAD 软件的特色和操作方式。

第 2 章详细介绍了 PMCAD 主菜单及操作过程、建筑模型与荷载输入、结构楼面布置信息、荷载的传递与校验、形成平面杆系程序计算数据文件、绘制平面结构施工图等。

第 3 章详细介绍了 PK 软件的应用范围、PK 数据交互输入和计算、PK 施工图绘制等。

第 4 章重点介绍了 SATWE 的基本功能、接 PM 生成 SATWE 数据、结构整体分析与构件内力配筋计算、SATWE 前处理注意事项、SATWE 分析结果图形和文本显示、SATWE 空间分析与设计软件应用实例。

第 5 章重点介绍了 TAT 的基本功能与应用范围、数据准备、结构内力与配筋计算、计算结果正确性分析等。

第 6 章重点介绍了混凝土梁施工图的绘制、混凝土柱施工图的绘制、混凝土梁柱施工图绘制实例。

第 7 章简要介绍了交互式数据输入、楼梯配筋校验、楼梯施工图、楼梯表施工图、消隐法画楼梯剖面图、板式楼梯设计实例。

第 8 章内容包括地质资料输入、基础人机交互输入、基础梁板弹性地基梁元法计算、桩基承台计算和独基沉降计算、桩筏及筏板有限元法计算、基础平面施工图、筏板基础配筋施工图、弹性地基梁施工图绘制、独基条基详图、桩基承台详图、柱下承台桩基础设计实例。

本书由崔钦淑编写及定稿,在编写过程中得到了很多朋友的帮助,在此表示感谢,另外特别感谢北京大学出版社吴迪编辑提出的修改建议。

限于作者水平,书中疏漏和不足之处在所难免,敬请读者批评指正。

E-mail: qinshucui@hotmail.com

编 者

2009 年 4 月于杭州

目 录

第 1 章 PKPM 建筑结构 CAD 概述 1

- 1.1 PKPM 结构设计的基本步骤 1
- 1.2 PKPM 结构设计系列软件简介 3
- 1.3 PMCAD 软件的应用范围 7
- 1.4 PMCAD 软件的特色 8
- 1.5 PMCAD 软件的操作方式 9

第 2 章 PMCAD 结构平面设计软件应用 11

- 2.1 PMCAD 的基本工作方式 11
 - 2.1.1 PMCAD 的操作过程 11
 - 2.1.2 PMCAD 的文件管理 12
- 2.2 PMCAD 主菜单 1 “建筑模型与荷载输入” 14
 - 2.2.1 轴线输入 14
 - 2.2.2 网格生成 23
 - 2.2.3 楼层定义 25
 - 2.2.4 荷载输入 35
 - 2.2.5 楼面恒、活荷载标准值 ... 37
 - 2.2.6 设计参数 38
 - 2.2.7 楼层组装 42
 - 2.2.8 保存、退出 44
 - 2.2.9 主菜单 1 操作注意事项 ... 45
 - 2.2.10 建筑模型与荷载输入实例 46
- 2.3 结构楼面布置信息 56
 - 2.3.1 结构楼面布置 56
 - 2.3.2 结构楼面布置实例 62
- 2.4 楼面荷载传导计算 63
- 2.5 平面荷载显示校核 67
- 2.6 生成 PK 程序计算数据文件 72
- 2.7 绘结构平面施工图 75
 - 2.7.1 楼板计算和输入绘图参数 76

- 2.7.2 楼板配筋图绘制实例 86
- 习题 89

第 3 章 PK 平面结构计算与施工图绘制软件 92

- 3.1 PK 软件的应用范围 92
- 3.2 PK 数据交互输入和计算 92
 - 3.2.1 参数输入 94
 - 3.2.2 网格生成 99
 - 3.2.3 柱布置 100
 - 3.2.4 梁布置 101
 - 3.2.5 铰接构件 102
 - 3.2.6 特殊梁柱 103
 - 3.2.7 改杆件砼 103
 - 3.2.8 荷载输入 103
 - 3.2.9 计算简图 109
 - 3.2.10 计算 109
- 3.3 PK 施工图绘制 111
 - 3.3.1 框架绘图 111
 - 3.3.2 排架柱绘图 125
 - 3.3.3 连续梁绘图 126
 - 3.3.4 绘梁柱施工图 127
 - 3.3.5 PK 框架结构设计实例 127
 - 3.3.6 PK 排架结构设计实例 134
- 习题 147

第 4 章 SATWE 多、高层建筑结构空间有限元分析与设计软件 150

- 4.1 SATWE 软件的特点及应用 150
- 4.2 SATWE 前处理——接 PM 生成 SATWE 数据 153
 - 4.2.1 补充输入及 SATWE 数据生成 153

4.2.2 图形检查	174
4.3 结构内力与配筋计算	175
4.4 PM 次梁内力与配筋计算	177
4.5 SATWE 分析结果图形和文本显示	177
4.5.1 SATWE 后处理——图形文件输出	178
4.5.2 文本文件输出	190
4.6 SATWE 前处理注意事项	194
4.7 SATWE 空间分析软件应用实例	197
习题	204

第 5 章 TAT 多层及高层建筑结构三维分析与设计软件

5.1 TAT 软件的功能与操作	205
5.2 TAT 主菜单 1 接 PM 生成 TAT 数据	208
5.2.1 接 PMCAD 生成 TAT 数据文件	208
5.2.2 数据检查和图形检查	209
5.3 结构内力与配筋计算	223
5.4 PM 次梁计算	225
5.5 分析结果图形和文本显示	225
5.6 计算结果正确性分析	237
习题	240

第 6 章 绘制混凝土结构梁柱施工图 ...

6.1 混凝土梁施工图的绘制	241
6.1.1 梁归并	241
6.1.2 梁平法施工图	243
6.1.3 梁平面整体表示法	244
6.2 混凝土柱施工图的绘制	247
6.2.1 柱归并	247
6.2.2 柱平法施工图	248
6.2.3 柱平面整体表示法	249
6.3 混凝土梁柱施工图绘制实例	250
习题	254

第 7 章 LTCAD 普通楼梯设计软件 ...

7.1 楼梯交互式数据输入	260
7.1.1 楼梯设计过程	260
7.1.2 楼梯布置	262
7.1.3 梯梁布置	267
7.1.4 楼梯实时漫游	268
7.1.5 楼梯复制	268
7.1.6 竖向布置	268
7.2 楼梯配筋校验	270
7.3 楼梯施工图	272
7.3.1 楼梯平面图	273
7.3.2 楼梯剖面图	274
7.3.3 楼梯配筋图	275
7.3.4 施工图图面布置	275
7.4 板式楼梯设计实例	276
习题	282

第 8 章 JCCAD 基础设计软件

8.1 JCCAD 的基本功能及操作步骤	283
8.2 地质资料输入	285
8.3 基础人机交互输入	288
8.4 基础梁板弹性地基梁元法计算	309
8.5 桩基承台计算和独基沉降计算	319
8.6 桩筏及筏板有限元法计算	321
8.7 基础平面施工图	331
8.8 筏板基础配筋施工图	331
8.9 弹性地基梁施工图绘制	338
8.10 桩基承台详图	343
8.11 柱下承台桩基础设计实例	346
习题	358

参考文献

第 1 章 PKPM 建筑结构 CAD 概述

内容提要: 本章主要包括 PKPM 结构设计的基本步骤, PKPM 结构设计系列软件简介, PMCAD 软件的应用范围及 PMCAD 软件的特色和操作方式。

教学要求: 了解 PKPM 结构设计的基本步骤及应用范围, 理解 PKPM 系列软件结构设计模块的主要功能, 掌握 PMCAD 的操作方式。

PKPM 系列 CAD 系统软件是由中国建筑科学研究院开发, 目前国内建筑工程界应用最广、用户最多的一套计算机辅助设计系统。它是一套集建筑设计、结构设计、设备设计、钢结构设计、特种结构设计、砌体结构设计、鉴定加固设计等于一体的大型建筑工程综合 CAD 系统, 本书仅介绍结构设计程序核心软件模块。

1.1 PKPM 结构设计的基本步骤

PKPM 系列程序的结构设计程序模块主要用于建筑结构设计、预应力结构设计、钢结构设计及基础工程的设计。

使用 PKPM 结构程序模块进行结构设计时需要分三步, 依次执行其中的前处理模块、分析计算模块、后处理模块。

1. 前处理模块(设计数据输入)

前处理部分主要是利用 PMCAD 模块下的 1~3 项主菜单(建筑模型与荷载输入、结构楼面布置信息、楼面荷载传导)来完成的。另外, 有些结构子模块(如 PK、STS)自身也带有前处理功能, 前处理所要做的主要工作有如下几个方面。

(1) 输入、校对及修改结构标准层的几何信息。如定位网格线、轴线, 构件(梁、柱、墙、洞口、斜支撑等)定义及布置等。

(2) 输入、校对及修改结构标准层所受荷载信息。如楼板恒载、活载信息, 梁间荷载, 柱间荷载等。

(3) 输入、校对及修改结构标准层的其他信息。如结构总信息(结构类别、材料类别等)、风荷载信息、地震信息、绘图信息等。

(4) 对结构标准层进行层高定义、楼层复制与荷载标准层组装, 最终形成整楼模型等。

2. 分析计算模块(结构计算及计算结果输出)

分析计算模块主要使用 PK、TAT(TAT-8)、SATWE(SAT-8)、JCCAD 等程序模块下的分析计算程序接 PMCAD 建立的结构模型, 进行结构平面或空间的受力分析, 并对计算结果进行判定操作。分析计算模块的主要工作如下:

(1) 执行该模块对前处理的相关信息进行校对检查, 并补充其他相关信息, PKPM 计

算程序根据结构的几何信息、荷载信息、其他信息进行荷载组合和结构计算,求解方程组,输出计算结果。计算结果主要包括:结构内力信息、位移信息、结构构件配筋信息、裂缝信息等。计算结果信息主要以图形结果及计算数据结果文件两种形式输出。

(2) 对分析计算结果进行判定,这里主要有两种情况:第一种情况主要是根据分析计算结果来判定是否满足建筑结构设计规范及其他要求,如果满足要求则进行后处理模块的设计工作,否则重复前处理模块和分析计算模块,对结构及相关信息进行修改,重新计算,直至满足设计要求。第二种情况是当建筑设计需要进行改动,则结构设计也需要进行相应调整,修改几何信息、荷载信息等相关设计参数,重新进行前处理模块、分析计算模块的操作,直至满足设计要求。

3. 后处理模块(施工图绘制)

后处理模块是在完成分析计算模块的操作,并且分析计算结果满足规范和设计各项要求后进行的,主要是对分析计算结果进行整理。主要内容是根据满足设计要求的计算结果,进行施工图的绘制,对施工图进行相关修改、格式转换与整理等操作。后处理主要使用的程序模块包括:PMCAD 程序模块下的后处理菜单(画结构平面图,图形编辑、打印及转换等菜单)、梁柱施工图程序模块、JLQ 程序模块及 JCCAD 程序模块下的绘图等菜单。

由依次执行前处理模块、分析计算模块、后处理模块简化出的 PKPM 结构设计基本步骤如图 1.1 所示。图中分析计算模块使用的程序(TAT-8 或 TAT、SAT-8 或 SATWE、PK)需根据采用的结构形式选择一种执行,如进行单榀框架、连续梁和排架的分析选择 PK;施工图的绘制时需根据需要进行选择一种或多种程序进行,如使用 SATWE 完成某框架-剪力墙结构的上部结构设计和基础设计后,则需要使用 PMCAD 程序模块的第 5 项主菜单绘制结构平面施工图,使用梁柱施工图程序模块绘制梁、柱施工图,使用 JLQ 程序模块绘制剪力墙施工图,根据基础类型使用 JCCAD 程序模块中的相应绘图菜单绘制基础施工图。

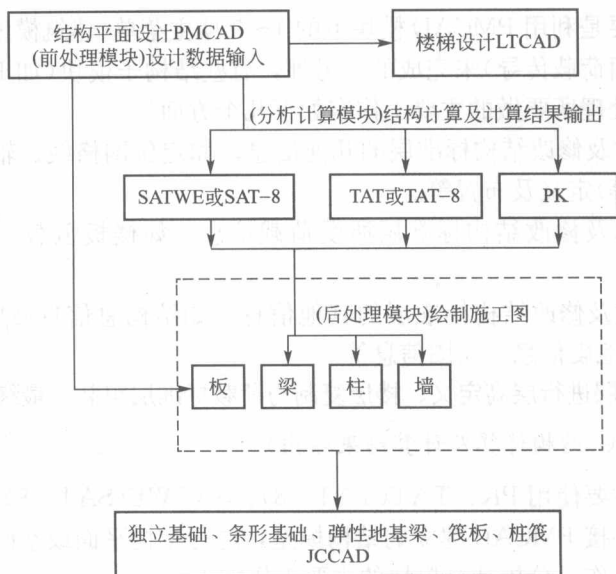


图 1.1 PKPM 结构设计基本步骤简图

1.2 节将根据图 1.1 所示的结构设计的基本步骤, 简要介绍各主要程序模块的功能。

1.2 PKPM 结构设计系列软件简介

1. 结构平面计算机辅助设计软件(PMCAD)

PMCAD 软件主菜单如图 1.2 所示。PMCAD 是整个结构 CAD 的核心, 是剪力墙、高层空间三维分析和各类基础 CAD 的必备接口软件, 也是建筑 CAD 与结构 CAD 的必要接口。PMCAD 通过人机交互方式, 引导设计者在屏幕上逐层布置柱、梁、承重墙、洞口、楼板等结构构件, 输入层高快速搭起全楼的三维结构模型; 自动导算荷载建立恒荷载、活荷载库, 对于设计者给出的楼面恒荷载、活荷载, 程序自动进行楼板到次梁、次梁到框架梁或承重墙的分析计算, 所有次梁传到主梁的支座反力、各梁到梁、各梁到节点、各梁到柱传递的力均通过平面交叉梁系计算求得; 各类荷载均可以平面图形的方式标注输出, 也可以数据文件方式输出; 可分类详细输出各类荷载; 为各种计算模型提供计算所需数据文件; 可指定任一个轴线形成 PK 模块平面杆系计算所需的框架计算数据文件, 包括结构立面、恒荷载、活荷载、风荷载的数据; 可指定任一层平面的主梁或次梁形成 PK 数据文件; 为空间有限元壳元计算软件 SATWE 提供数据, SATWE 用壳元模型精确计算剪力墙, 程序对墙自动划分壳单元并写出 SATWE 数据文件; 为三维空间杆系薄壁柱软件 TAT 提供计算数据, 程序把所有梁柱转成三维空间杆系, 把剪力墙墙肢转成薄壁柱计算模型; 为上部结构各绘图 CAD 模块提供结构构件的精确尺寸, 包括梁柱施工图的截面、跨度、挑梁、次梁、轴线号、偏心等, 剪力墙的平面与立面模板尺寸, 楼板厚度, 楼梯间布置等; 结构平面施工图辅助设计。

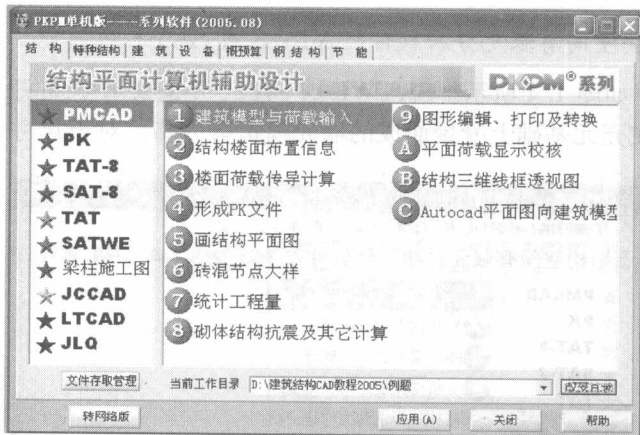


图 1.2 PMCAD 软件主菜单

2. 钢筋砼框、排架及连续梁结构计算与施工图绘制软件(PK)

PK 主菜单如图 1.3 所示。PK 模块本身包含二维杆系结构的人机交互输入和计算, 也可以接 PM 数据形成 PK 数据文件, 它采用二维计算模型, 可以进行各种规则和不规则的

框架结构、框排架结构、排架结构、壁式框架结构及连续梁等结构的静动力分析、荷载组合和配筋设计,还可对平面框架进行罕遇地震下薄弱层的弹塑性位移计算和框架梁裂缝宽度计算。可处理梁柱正交或斜交、梁错层,抽梁抽柱、底层柱不等高、铰接屋面梁等各种情况,可在任意位置设置挑梁、牛腿和次梁,可绘制十几种截面形式的梁,如绘制折梁、加腋梁、变截面梁等;可绘制矩形柱、圆形柱和排架柱,柱箍筋形式多样。可按照梁柱整体画、梁柱分开画、梁柱钢筋平面图表示法和广东地区梁表柱表四种方式绘制施工图。在满足设计人员要求的前提下自动选筋,层、跨、剖面自动归并,自动布图。可读取 PM-CAD 数据,自动导荷并生成结构计算所需的数据文件。可接力三维分析软件 TAT、SATWE 和 PMSAP,绘制 100 层以下高层建筑的梁、柱施工图。同时,PK 程序也是预应力结构和钢结构二维分析设计的内力计算内核。

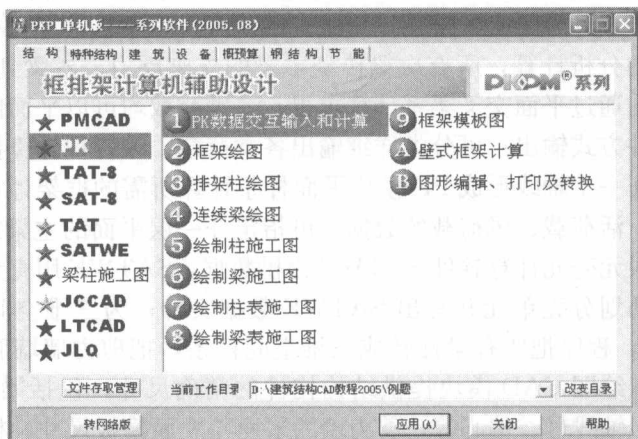


图 1.3 PK 软件主菜单

3. 高层建筑结构空间有限元分析软件(SATWE 或 SAT-8)

SATWE 主菜单如图 1.4 所示。SATWE 或 SAT-8 是采用空间杆单元模拟梁、柱及支撑等杆件,采用在壳元基础上凝聚而成的墙元模拟剪力墙。对于尺寸较大或带洞口的剪

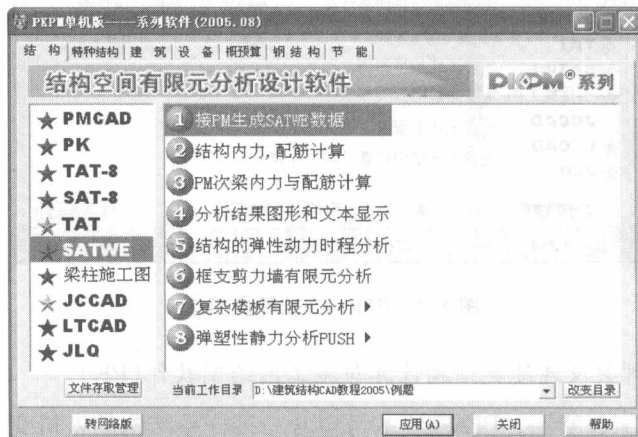


图 1.4 SATWE 软件主菜单

力墙,按照子结构的基本思想,由程序自动进行细分,然后用静力凝聚原理将由于墙元的细分而增加的内部自由度消去,从而保证墙元的精度和有限的出口自由度。墙元不仅具有平面内刚度,也具有平面外刚度,可以较好地模拟工程中剪力墙的实际受力状态。

SAT-8 适用于八层及八层以下的多层建筑结构的分析设计, SATWE 适用于高层建筑结构分析设计。它适用于多层和高层钢筋砼框架、框架-剪力墙、剪力墙结构以及高层钢结构和钢-砼混合结构。SATWE 考虑了多、高层建筑中多塔、错层、转换层及楼板局部开洞等特殊结构形式。SATWE 所需的几何信息和荷载信息都从 PMCAD 建立的建筑模型中自动提取生成,并有多塔、错层信息自动生成功能,大大简化了设计者的操作。对于楼板, SATWE 给出了四种简化假定,即楼板整体平面内无限刚、分块无限刚、分块无限刚加弹性连接板带和弹性楼板。在应用中,可根据工程实际情况和分析精度要求,选用其中的一种或几种简化假定。SATWE 可完成建筑结构在恒、活、风、地震作用下的内力分析及荷载效应组合计算,对钢筋砼结构还可完成截面配筋计算。可进行上部结构和地下室联合工作分析,并进行地下室设计。SATWE 完成计算后,可经全楼归并接力 PK 绘梁、柱施工图,接力 JLQ 绘剪力墙施工图,并可为各类基础设计软件提供设计荷载。

4. 多、高层建筑结构三维分析程序(TAT 或 TAT-8)

TAT 主菜单如图 1.5 所示。TAT 或 TAT-8 都是三维空间分析程序,它根据空间杆系原理计算梁、柱等杆件,根据薄壁柱原理计算剪力墙,楼板计算假定楼板平面内刚度无限大,在水平力作用下不发生平面内变形,而只发生平动和转动。

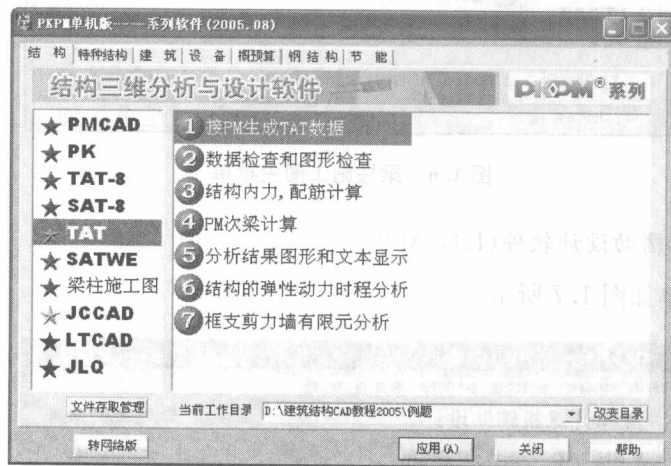


图 1.5 TAT 软件主菜单

TAT-8 是用来计算八层及八层以下的多层建筑结构的分析设计, TAT 适用于高层建筑结构分析。它适用于分析设计各种规则和复杂体型的多、高层建筑,不但可以计算钢筋混凝土结构,还可以计算钢-混凝土混合结构和纯钢结构。TAT 还可用来分析井字梁结构。TAT 计算最大层数达 100 层;可计算框架结构、框-剪结构、剪力墙结构和筒体结构。对纯钢结构可作 P- Δ 效应分析;可以进行水平地震作用、风力、竖向力和竖向地震作用的计算和荷载效应组合及配筋;读取 PMCAD 数据自动生成 TAT 的几何数据文件及荷载数据文件,直接进行结构计算;可进行结构弹性动力时程分析,并可以按时程分析结

果计算结构构件配筋；对于框支剪力墙结构或转换层结构，可以自动与高精度平面有限元程序 FEQ 接力运行，其数据可以自动生成，也可以人工填表，并可指定截面配筋；可以接力 PK 绘制梁柱施工图，接力 JLQ 绘制剪力墙施工图，接力 PMCAD 绘制结构平面施工图；可为 JCCAD、BOX 等基础 CAD 软件提供所需数据；TAT 与本系统其他软件密切配合，形成了一整套多、高层建筑结构设计计算和施工图辅助设计系统，为设计人员提供了一个良好的全面的设计工具。

5. 梁柱施工图

梁柱施工图主菜单如图 1.6 所示。主要用于完成结构模型分析计算后进行梁柱施工图的绘制。它首先对全楼的梁、柱进行归并操作，然后按归并结果进行梁、柱立剖面施工图的绘制，平法施工图的绘制，也可以选择绘制整榀框架施工图。

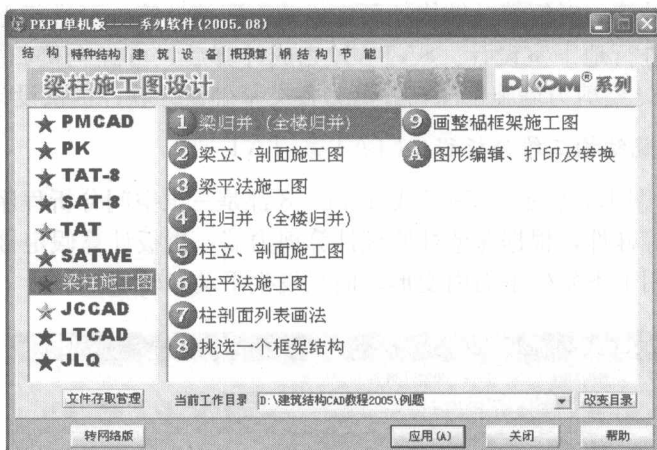


图 1.6 梁柱施工图主菜单

6. 楼梯计算机辅助设计软件(LTCAD)

LTCAD 主菜单如图 1.7 所示。

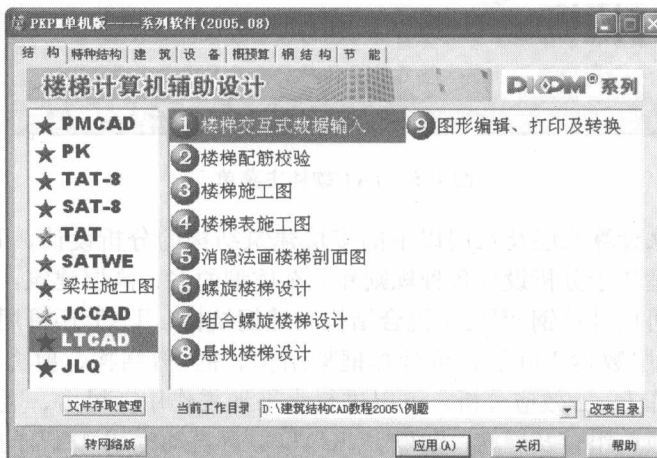


图 1.7 LTCAD 主菜单

适用于单跑、二跑、三跑的梁式及板式楼梯和螺旋及悬挑等各种异形楼梯。可完成楼梯的内力与配筋计算及施工图设计,生成楼梯平面图、竖向剖面图和楼梯板、楼梯梁及平台板配筋详图。

可与 PMCAD 或 APM 连接使用,只需指定楼梯间所在位置并提供楼梯布置数据即可快速成图。

7. 基础设计软件(JCCAD)

JCCAD 可与 PMCAD 接口,读取柱网轴线和底层结构布置数据,以及上部结构计算(PK、PMCAD、TAT、SATWE)传来的基础荷载,可人机交互布置和修改基础。

JCCAD 可完成柱下独立基础(包括倒锥型、阶梯型、现浇或预制杯口基础、单柱、双柱或多柱基础)、墙下条形基础(包括砖、毛石、钢筋混凝土条基,并可带下卧梁)、弹性地基梁、带肋筏板(梁肋可朝上朝下)、柱下平板、墙下筏板基础、柱下独立桩基承台基础、桩筏基础、桩格梁基础、单桩基础(包括预制混凝土方桩、圆桩、钢管桩、水下冲钻孔桩、沉管灌注桩、干作业法桩等),以及上述多种类型基础组合起来的大型混合基础的结构计算、沉降计算和施工图绘制。图 1.8 所示为 JCCAD 基础设计主菜单。

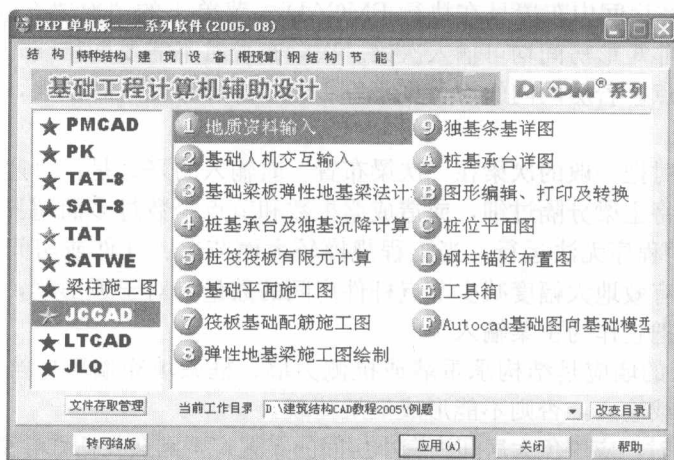


图 1.8 JCCAD 基础设计主菜单

1.3 PMCAD 软件的应用范围

用 PMCAD 进行结构建模时首先应注意 PMCAD 的适用范围,否则会发生建模错误,导致后续设计分析工作无法进行。PMCAD 适用于结构平面形式任意,平面网格可以正交,也可斜交成复杂体型平面,并可处理弧墙、弧梁、圆柱、各类偏心、转角等。在 PMCAD 主菜单建立结构平面几何信息的最大适用范围如下。

- (1) 层数不大于 120 层。
- (2) 结构标准层和荷载标准层各不大于 120 层。
- (3) 正交网格时,横向网格、纵向网格各不大于 100 条;斜交网格时,网格线条数不

大于 5000 条。

(4) 网格节点总数不大于 6000 个。

(5) 标准柱截面不大于 300 种；标准梁截面不大于 160 种；标准洞口不大于 160 种；标准墙截面不大于 80 面；标准斜杆截面不大于 80 种；标准荷载定义不大于 3000 种。

(6) 每层柱根数不大于 1800 根；每层梁根数(不包括次梁)不大于 8000 根(主菜单 5 限于 4000 根)；每层墙数不大于 2500 面；每层房间总数不大于 3600 间；每层次梁总根数不大于 800 根；每个房间周围最多可以容纳的梁、承重墙数不大于 150；每节点周围不重叠的梁墙根数不大于 6；每层房间次梁布置种类数不大于 40；每层房间预制板布置种类数不大于 40；每层房间楼板开洞种类数不大于 40；每个房间楼板开洞数不大于 7；每个房间次梁布置数不大于 16。

(7) 两节点之间最多设置一个洞口；需设置两个洞口时，应在两洞口间增设一网格线与节点。

(8) 结构平面上的房间数量的编号是由程序自动做出的；程序将由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、绘图的一个基本单元。

(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。若房间内的梁在主菜单 1 的“主梁布置”时输入，程序将该梁当作主梁处理。

设计者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，或造成梁根数和节点个数过多而超界，或造成每层房间数量超过 3600 而程序无法运行。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，可把它作为主梁输入。

(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连接，将大房间切割(虚梁为截面 100mm×100mm 的梁)。

1.4 PMCAD 软件的特色

1. 结构标准层

PKPM 结构系列软件的主要建模方式是以结构标准层为单位进行的。所谓“结构标准层”，就是结构布置、层高(梁上荷载不同要定义为不同的标准层)、材料完全相同的相邻楼层的总称，这些楼层作为一个结构标准层共同进行建模、修改、计算、出图等操作，以提高设计效率。

2. 荷载标准层

楼面荷载是按荷载标准层来定义的。所谓“荷载标准层”，就是将楼面荷载分布完全