



2008版

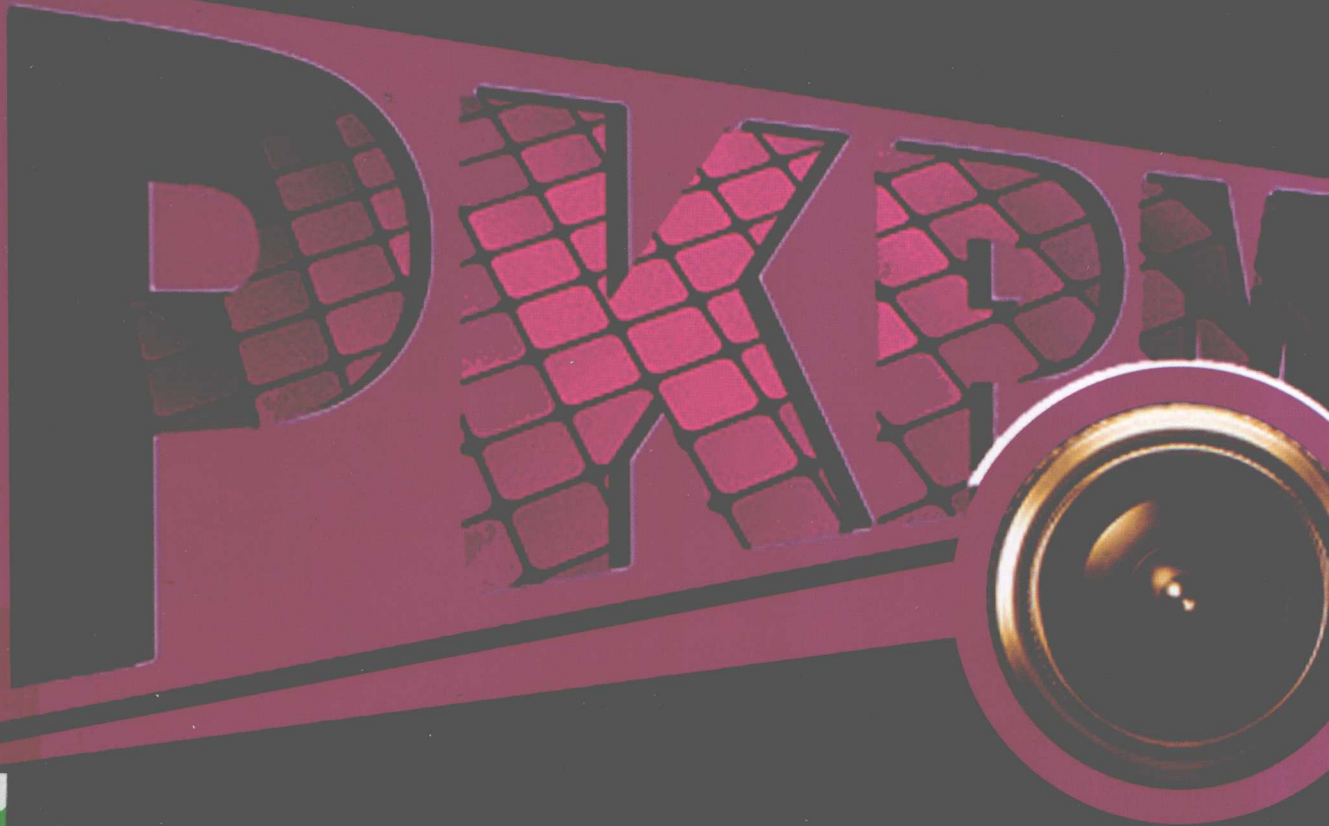
PKPM结构设计软件入门丛书



含光盘

PKPM软件

混凝土结构设计入门



刘 林 金新阳 编著

中国建筑科学研究院 PKPM CAD 工程部 主审

中国建筑工业出版社

2008 版 PKPM 结构设计软件入门丛书

PKPM 软件混凝土结构设计入门

刘 林 金新阳 编著

中国建筑科学研究院 PKPM CAD 工程部 主审

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

PKPM 软件混凝土结构设计入门/刘林, 金新阳编著.
北京: 中国建筑工业出版社, 2009

(2008 版 PKPM 结构设计软件入门丛书)

ISBN 978-7-112-11090-2

I. P… II. ①刘…②金… III. 混凝土结构-计算机
辅助设计-应用软件, PKPM IV. TU370.4-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 107022 号

本书详细阐述了运用 PKPM CAD 最新版软件进行混凝土结构设计的方法、关键技术和应用技巧。全书共分为六章, 包括绪论、混凝土结构的设计常识、结构整体模型的构建、结构整体计算分析、结构施工图的绘制和工程结构设计实例, 并在主要章节安排了醒目而丰富的“规范链接”、“建模提示”和“设计提示”, 以帮助读者建立起结构设计的整体概念, 并进一步掌握关键技术细节, 提升软件应用水平。

本书适合大专院校土木工程专业高年级学生、建筑结构设计人员及 PKPM 软件的初学者参考使用。

* * *

责任编辑: 赵梦梅 刘婷婷 刘瑞霞

责任设计: 赵明霞

责任校对: 张虹 王雪竹

2008 版 PKPM 结构设计软件入门丛书

PKPM 软件混凝土结构设计入门

刘林 金新阳 编著

中国建筑科学研究院 PKPM CAD 工程部 主审

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京天成排版公司制版

北京建筑工业印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 17 字数: 424 千字

2009 年 10 月第一版 2009 年 10 月第一次印刷

定价: 40.00 元(含光盘)

ISBN 978-7-112-11090-2

(18334)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

《PKPM 结构设计软件入门丛书》编委会

主任 陈岱林

副主任 金新阳

编委 (以姓氏笔画为序)

马恩成 冯 东 刘 林 刘 岩

朱春明 任卫教 陈岱林 邵 弘

张志远 金新阳 范美玲 贾英杰

袁 泉 顾维平 黄吉锋 黄立新

梁文林

当代的混凝土结构设计离不开结构设计软件这一高效的工具，熟练而正确地使用软件进行结构设计已成为当代结构工程师必备的职业技能。

本书阐述了运用 PKPM CAD 最新版软件进行混凝土结构设计的操作方法、关键技术和应用技巧，旨在使读者全面了解设计过程，系统领悟设计关键点，快速掌握设计技巧，有效规范操作习惯，逐步提升软件应用水平。

全书分为六章。第一章介绍了 PKPM 最新版软件的基础知识及结构 CAD 的设计流程。第二章讲述了结构专业在校生活和初级设计人员普遍缺乏的一些设计常识，包括混凝土结构设计的阶段性任务、设计依据、设计步骤及电算结果的评估准则，帮助读者建立整体概念，并树立起结构设计的全局意识。第三、四、五章依次详尽阐述了混凝土结构 CAD 设计的三项主要工作：(1)PMCAD 建模；(2)SATWE 计算分析；(3)施工图模块绘制施工图。第六章结合框架—剪力墙工程实例，深入地剖析结构设计的具体实施过程及关键技术细节。

本书的编写特点是以 PKPM 软件为工具，以规范为设计依据，注重灵活而正确地运用工程概念去解决实际工程问题的技能训练。全文主要章节安排有醒目而丰富的“规范链接”、“建模提示”和“设计提示”。其中“规范链接”的作用是在软件和规范之间搭建起“桥梁”，这种链接的意义是双重的，不仅使读者了解软件如何执行规范，更有助于读者加深对规范的理解。“建模提示”旨在提示读者建模的注意事项、建模技巧及工程问题的处理方法。“设计提示”特别指出一些重要的设计概念、设计中的注意事项和常见问题的解决方法。第三、四、五章提供了丰富的建模示例和设计示例，供读者模仿练习和参考。第六章详尽剖析工程实例，既能帮助读者建立起结构的整体概念，又有助于读者进一步掌握关键的技术细节。

本书既是一本入门书，又是一本工具书。作为入门书，建议读者先浏览第六章，再按本书的章节顺序阅读，逐步夯实基础。作为工具书，设计人员在建模、参数设置及计算分析及绘制施工图中遇到问题时，可分别查阅第三章、第四章和第五章。

在本书的编著过程中，得到中国建筑科学研究院 PKPM CAD 工程部技术人员的大力支持和热情帮助，并为本书的编写提出了宝贵的意见。研究生陈思佚参与了文字整理工作。作者在此一并表示衷心的感谢！

因编者水平所限，书中难免有疏漏和不足之处，敬请广大读者不吝指正！

第 1 章 绪论	1
1.1 初识 PKPM 2008	1
1.2 结构 CAD 的模块组成	4
1.3 结构 CAD 的技术更新	7
1.4 混凝土结构 CAD 的基本流程	9
第 2 章 混凝土结构的设计常识	12
2.1 结构设计的三个阶段	12
2.2 结构设计的依据	13
2.3 结构设计的步骤和内容	14
2.3.1 确定结构方案	14
2.3.2 结构计算分析	17
2.3.3 绘制施工图和文件整理	20
2.4 电算结果的评价准则	22
第 3 章 结构整体模型的构建	27
3.1 PMCAD 的工作环境和适用条件	27
3.2 PMCAD 的风格、特色和功能	30
3.3 建模的基本步骤和一个简单示例	33
3.4 几何模型的构建	39
3.4.1 预备知识	40
3.4.2 轴线输入	43
3.4.3 网格生成	50
3.5 构件模型的构建	53
3.5.1 预备知识	54
3.5.2 楼层定义	57
3.6 荷载模型的构建	71
3.7 组装全楼模型	80
第 4 章 结构整体计算分析	96
4.1 SATWE 的风格、特色和功能	96
4.2 SATWE 的前处理	100
4.2.1 补充输入及 SATWE 数据生成	101
4.2.2 图形检查	134
4.3 结构整体分析和构件配筋计算	135

4.3.1	结构内力、配筋计算(必须执行)	135
4.3.2	PM次梁内力与配筋计算(可选择执行)	138
4.4	分析结果的图形和文本显示	139
4.4.1	图形文件输出	140
4.4.2	文本文件输出	155
第5章	结构施工图的绘制	164
5.1	施工图模块的风格、特色和功能	164
5.2	施工图通用菜单	165
5.2.1	工作界面	166
5.2.2	参数设置	167
5.2.3	施工图标注	169
5.2.4	大样图	171
5.3	板施工图的绘制	175
5.3.1	计算和绘图参数的定义	176
5.3.2	现浇楼板的计算	177
5.3.3	绘制楼板钢筋	181
5.3.4	其他可选的绘图操作	184
5.4	梁施工图的绘制	186
5.4.1	连续梁的生成与归并	186
5.4.2	自动配筋	191
5.4.3	钢筋的查改	194
5.4.4	正常使用极限状态验算	196
5.4.5	梁施工图的表示方式	199
5.5	柱施工图的绘制	203
5.5.1	参数设置、柱归并与选筋	204
5.5.2	柱施工图的表示方式	206
5.6	墙施工图的绘制	209
5.6.1	工程设置	210
5.6.2	划分钢筋标准层	212
5.6.3	选择设计依据	213
5.6.4	生成配筋图	213
5.6.5	构件编辑	214
5.7	图形编辑、打印及转换	217
第6章	工程结构设计实例	221
6.1	工程结构说明	221
6.2	设计准备	225
6.3	PMCAD建模	230
6.4	SATWE计算分析	241
6.5	使用施工图模块绘制施工图	252
参考文献		266

第 1 章 绪 论

PKPM 系列 CAD 系统软件是由中国建筑科学研究院 PKPM CAD 工程部开发研制的一套集建筑设计、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。该软件是目前国内建筑行业应用最广、用户最多的一套计算机辅助设计系统。该软件的应用不仅减轻了设计人员的劳动强度,而且也提高了设计文件的质量和设计人员的工作效率。自 2002 年建筑结构各项新规范发行以来,根据工程需求和用户意见,PK-PM 系列软件进行了较大的改版。2008 年,PKPM CAD 工程部完成了对 PKPM 系列软件的重要整合和改进,使该软件的整体水平在深度和广度上又上了一个台阶。

本章将简要介绍新版软件的安装和文件管理、结构 CAD 的模块组成、结构 CAD 的主要技术改进和 PKPM 混凝土结构设计流程。

1.1 初识 PKPM 2008

首先,简要介绍一下在 Windows 操作系统下 PKPM 系列程序单机版(2008 版)的安装步骤。

第一步,将 PKPM08 安装盘放入光盘驱动器,安装程序自动运行后,会弹出图 1.1-1 所示的界面,点击【下一步】;弹出“重要信息”,对话框提示“您是否愿意遵守所列条款”(如图 1.1-2 所示),建议初学者仔细阅读,选择【是(Y)】;弹出“选择要安装的软件类型”对话框,选择“单机版”。

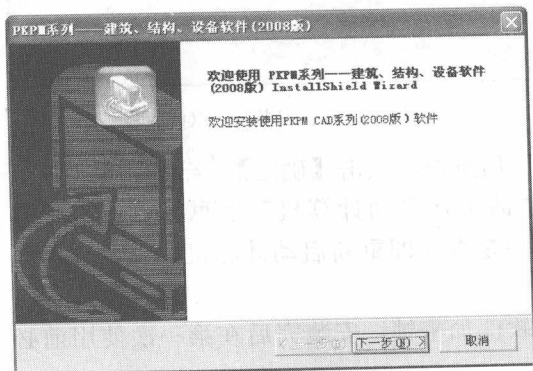


图 1.1-1 安装程序初始界面

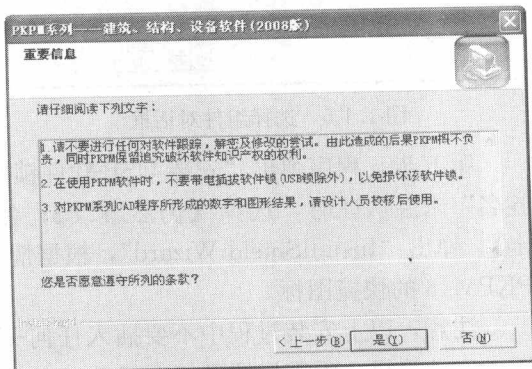


图 1.1-2 重要信息对话框

第二步,程序弹出的“选择目的地位置”对话框(如图 1.1-3 所示),选择 PKPM 系列程序的安装路径,安装程序默认的安装路径为 C:\PKPM,用户可根据计算机的实际情况

选择别的安装路径。

第三步，程序弹出的“安装类型选择”对话框(如图 1.1-4 所示)，可以选择条目“1. 安装 PKPM 系列建筑、结构、设备全部软件”一次性完成所有专业软件的安装，也可以根据需要单独安装各类专业模块程序(如选择“4. 结构 S-1 模块”，则只安装结构 S-1 模块)，或选择条目“K. 自定义选择安装软件请选择此项”来进行自定义安装，如图 1.1-5 所示，点击【下一步】。

第四步，程序弹出“安装状态”界面(如图 1.1-6 所示)，并显示安装进度，安装程序将自动完成 PKPM 程序的安装。

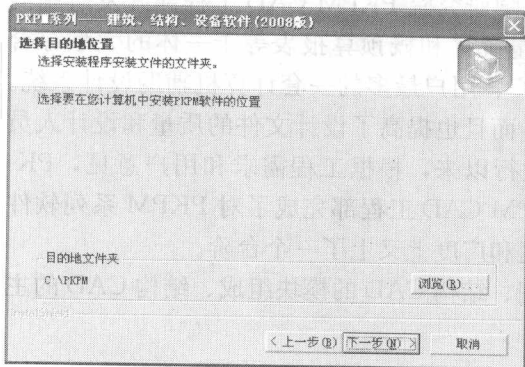


图 1.1-3 选择安装路径对话框

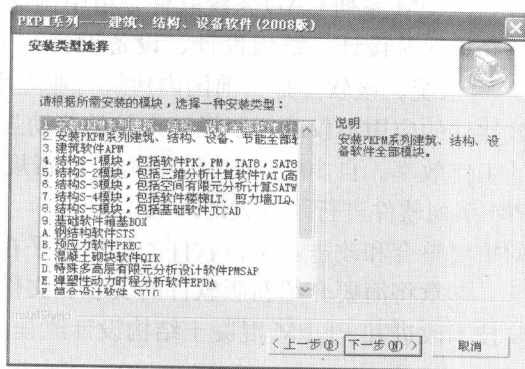


图 1.1-4 安装类型选择对话框

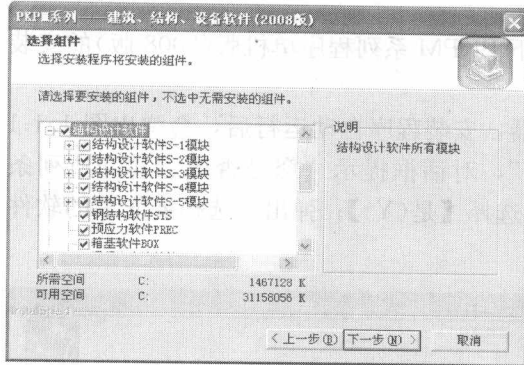


图 1.1-5 选择组件对话框

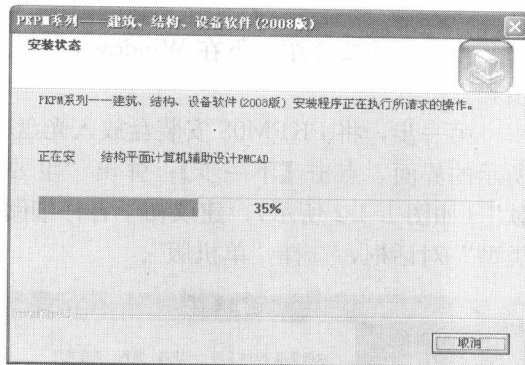


图 1.1-6 安装状态对话框

第五步，程序弹出“安装 USB 软件锁驱动”信息框，点击【确定】；若提示有“数字签名”未经认证时，选择【仍然继续】；弹出“请重新启动计算机”信息框，点击【确定】；弹出“InstallShield Wizard”，根据情况选择是否立即重新启动计算机；桌面会出现 PKPM08 的快捷图标。

注意，以上安装过程中不要插入任何 USB 软件加密锁，安装完后在第一次使用前必须重启计算机，无需设置环境变量。

双击桌面上的 PKPM08 图标，即可启动 PKPM 程序主界面，第一次在计算机 USB 接口上插入相应模块的加密锁，计算机会自动识别加密锁，并为其安装驱动程序，而后即可使用相关专业的模块程序了。

PKPM 程序主界面如图 1.1-7 所示, 主要包括建筑、结构、特种结构、钢结构、砌体结构、设备等专业程序模块, 用户可以选择相应的专业程序模块来完成各种设计任务。

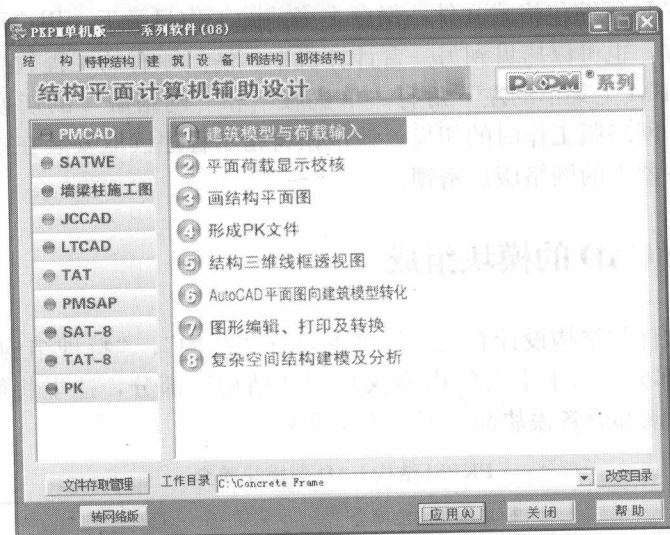


图 1.1-7 PKPM 主界面

在开始工作之前, 应建立工作目录, PKPM 默认的工作目录为 C:\PKPMWORK, 用户可以通过点击【改变目录】按钮来创建工作目录, 目录名既可为英文也可为中文, 但不超过 20 字节。

程序各模块生成的数据以文件方式保存于工作目录中。位于 PKPM 主界面左下角的【文件存取管理】程序提供了备份工程数据的功能。点击该程序按钮, 进入图 1.1-8 所示

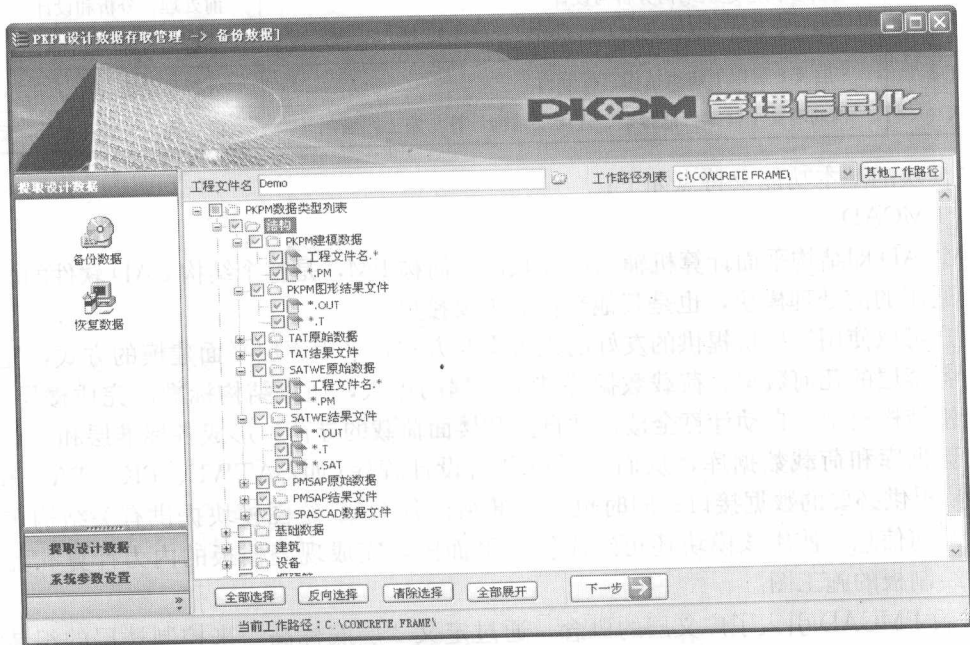


图 1.1-8 备份数据界面

的“备份数据”界面，将文件按照模块进行分类排列(如 PKPM 建模数据，主要包括工程名 .JWS 和 *.PM 文件)。用户可以选择所需备份的文件，最终需要备份的文件将被压缩至名为工程名 .RAR 压缩包格式文件，保存在当前的工作目录下。用户可方便地将其拷贝并保存到其他地方，也可以拷贝到另一台计算机中，恢复原有的工程数据结构。

此外，在 PKPM 主菜单的左下角有“单机版”和“网络版”的切换按钮，用于用户同时使用单机版和网络版工作时的切换，该按钮将指示程序读取安装在本机上的单机版加密锁或安装在服务器上的网络版加密锁。

1.2 结构 CAD 的模块组成

PKPM08 版软件与结构设计有关的程序主要有“结构”、“特种结构”、“钢结构”和“砌体结构”四个部分。由于本书的内容仅限于“结构”部分，这里将简要介绍“结构”程序的模块组成，该部分各模块简介列于表 1.2-1。

PKPM 结构 CAD 各模块简介

表 1.2-1

模块名称	模块主要功能简介	模块类别
PMCAD	结构平面计算机辅助设计(含结构平面施工图、楼板施工图设计)	前处理, 后处理
SATWE	高层建筑结构空间有限元分析	分析和设计
墙梁柱施工图	梁、柱施工图设计与绘制	后处理
JCCAD	基础工程计算机辅助设计	前处理, 分析和设计, 后处理
LTCAD	楼梯结构计算机辅助设计	前处理, 分析和设计, 后处理
TAT	建筑结构三维分析	分析和设计
PMSAP	特殊多高层建筑结构分析与设计	前处理, 分析和设计
SAT-8	8层及8层以下建筑结构空间有限元分析	分析和设计
TAT-8	8层及8层以下建筑结构三维分析	分析和设计
PK	钢筋混凝土框架、框排架、连续梁结构计算与施工图绘制	前处理, 分析和设计, 后处理

各模块的基本功能及特点如下：

1. PMCAD

PMCAD 即结构平面计算机辅助设计软件，简称 PM，是整个结构 CAD 软件的核心模块，是通用的前处理模块，也是其他软件的重要接口。

用户可以使用该模块提供的友好的人机交互方式，采用逐层平面建模的方式，完成建筑结构各楼层的几何数据、荷载数据等基本数据的输入，通过结构标准层完成楼层组装，形成全楼结构模型，自动计算全楼构件自重和楼面荷载的导荷，形成各标准层和全楼结构的几何数据库和荷载数据库，从而为后续分析设计程序(如 SATWE、PK、TAT 和 JCCAD 等)提供必要的接口；同时也为上部结构各 CAD 绘图模块提供有关结构布置的精确的几何信息。使用该模块还可绘制结构平面图，完成现浇楼板的内力计算和配筋计算，并绘制板的施工图。

08 版 PMCAD 引入了广义层的概念，通过定义“层底标高”来控制楼层的组装，适用于多塔、连体结构的建模；通过设置构件端部标高可很方便调整构件的空间位置，适用

于斜梁、越层结构、层间梁、错层墙和山墙等特殊构件的建模。对于不适应逐层平面建模方式的复杂空间结构(如空间网架、塔架、球壳等),用户可利用 PMCAD 的主菜单 8“复杂空间结构建模及分析”,即 Spas CAD 程序,提供的空间三维建模方式进行建模。

2. SATWE 及 SAT-8

SATWE 或 SAT-8 分别为高层和多层(8 层及 8 层以下)建筑结构空间有限元分析软件,是 PKPM 的分析和设计程序之一,适用于多高层钢筋混凝土框架、框架—剪力墙、剪力墙结构,以及高层钢结构或钢—混凝土混合结构,同时也适用于工业厂房结构和体育馆等各种复杂结构。

该软件采用空间杆单元模拟梁、柱及支撑等杆件,采用基于壳元模型凝聚而成的具有较高分析精度的墙元模型来模拟剪力墙,08 版的墙元在单元自动划分中增加了三角形单元,从而使得墙元内部的网格划分采用了基于四边形和三角形的混合形式,进一步提高了算法的稳定性和分析精度。对楼板的建模,有刚性楼板、弹性楼板 6、弹性楼板 3 和弹性膜四种计算模式,用户可根据工程实际情况,灵活选用。

执行计算前,SATWE 中需定义分析与设计参数,可选择定义特殊构件、多塔结构、温度荷载、特殊风荷载。SATWE 所需的几何数据、荷载数据全部从 PMCAD 模块提取生成,同时其通过特殊构件的定义可有效模拟铰接梁、角柱等特殊构件,并自动记录在 PMCAD 中,从而实现了 SATWE 与 PMCAD 的互动;可以考虑多高层建筑中多塔、错层、转换层、楼板局部开大洞等特殊结构形式;具有墙元和弹性楼板单元自动划分功能;可完成建筑结构在恒、活、风、地震力作用下的内力分析、动力时程分析及荷载效应组合计算,可考虑活荷载不利布置,具有模拟施工加载过程的功能;可将上部结构和地下室作为一个整体进行分析和设计,对钢筋混凝土结构可进行截面配筋计算,可对钢构件作截面验算。计算结果可传递给施工图模块,绘制梁、柱、剪力墙的施工图,并可将底层柱、墙的内力等信息传递给 JCCAD 模块,进而完成基础工程设计。

3. 墙梁柱施工图

墙梁柱施工图模块是 PKPM 软件的后处理模块,它需读取 SATWE、TAT 或 PM-SAP 等分析和设计模块的计算结果,其主要功能是辅助用户完成梁、柱、墙等各种钢筋混凝土构件的配筋设计,并绘制施工图。需要注意的是,结构平面图和板的施工图在 PMCAD 模块中完成,板的施工图需读取 PMCAD 生成的模型和荷载的导算结果。也就是说,钢筋混凝土结构中的板、梁、柱、墙这四类常用构件的施工图绘制在 PKPM 中分别由 PMCAD 和墙梁柱施工图两个模块共同完成的。

绘制墙梁柱施工图基本步骤依次是参数定义、划分钢筋标准层、构件分组归并、自动选筋、施工图的绘制,程序一般会执行这些步骤,用户也可以通过修改参数控制执行过程,如果进行修改,用户可在自动生成的数据基础上进行交互修改。软件提供了多种施工图的表示方法,如平面整体表示法,柱、墙的列表画法以及传统的立剖面图画法,其中,推荐的表示方法是平面整体表示法。软件使用 PKPM 自主知识产权的图形平台 TCAD 绘制施工图,文件扩展名为 T,简称 T 图,统一存放在工作目录下“施工图”文件夹内。T 图可在各施工图模块中重复编辑,也可以使用独立的 T 图编辑软件 TCAD 进行编辑,TCAD 提供了 T 图转 AutoCAD 的接口,可将 T 图转换为 AutoCAD 支持的 DWG 图,再利用 AutoCAD 进行编辑。

4. JCCAD

JCCAD模块为基础工程CAD软件。它从PMCAD模块生成的数据库中自动提取上部结构中基础相连的各层柱网、轴线、柱、墙的布置信息,自动读取PMCAD、PK、TAT、SATWE和PMSAP软件传来的各种荷载,按需要交互式输入附加荷载,并进行荷载组合。

JCCAD有很强的交互功能和绘图功能,通过交互输入菜单可很方便地布置各种类型、形状各异的基础,确定各种计算参数,供后续的计算分析使用,主要的分析程序有基础梁板弹性地基梁法计算程序和桩筏板有限元计算程序。通过“绘平面图”菜单可以方便地绘制各种基础平面图、剖面图、大样图等。JCCAD可完成柱下独立基础、墙下条形基础、弹性地基梁、带肋筏板、柱下平板、墙下筏板、柱下独立桩基承台基础、桩筏基础、桩格梁基础、单桩及多种基础组合起来的大型混合基础的设计。

5. LTCAD

LTCAD为楼梯计算机辅助设计软件。适用于单跑、二跑、三跑板式或梁式楼梯,还适用于螺旋及悬挑等各种异形楼梯的分析和设计。

程序通过交互式输入楼梯结构几何、荷载相关信息,可以完成楼梯结构的内力分析及配筋计算,并绘制楼梯结构施工图,包括楼梯平面、竖向剖面图、楼梯板、楼梯梁、平台板的配筋详图。LTCAD可与PMCAD连接使用,只需指定楼梯间的位置并提供楼梯布置数据,即可快速成图。

6. TAT及TAT-8

TAT或TAT-8分别为高层和多层(8层及8层以下)建筑结构三维分析程序,是PK-PM的分析和设计程序之一,可用于高层和多层的框架、框架—剪力墙、剪力墙结构。该软件是基于杆系有限元的分析计算程序,采用空间杆单元模拟梁、柱杆件,采用薄壁柱理论模拟剪力墙,这也是TAT与SATWE的主要区别,分析精度不如SATWE高。

08版的TAT采用了与SATWE完全相同的前处理操作流程,在参数定义、特殊构件的定义、多塔的定义、温度荷载的定义、特殊风荷载的定义等的界面、操作、内部数据结构等方面与SATWE完全相同,且与PMCAD模型实现互动,从而可实现一模多算。

根据PMCAD数据文件转换得到TAT需要的几何数据和荷载数据,以及用户交互补充、修改设计参数,完成建筑结构在恒、活、风、地震作用下的内力计算和地震作用计算,进行荷载效应组合,并对钢筋混凝土结构完成截面配筋计算,对钢结构进行强度稳定的验算。计算结果可传递给施工图模块,绘制梁、柱、剪力墙的施工图;并可底层柱、墙的内力等信息传递给JCCAD模块,进而完成基础工程设计。

7. PMSAP

PMSAP是特殊多高层建筑结构分析与设计软件,是PKPM的分析和设计程序之一,其核心是通用有限元程序,有较丰富的单元库,可适应任意结构形式。

剪力墙单元为基于四边形壳元的子结构式超单元,通过广义协调技术来满足单元间的协调性,并可按用户指定的尺寸加密网格划分。具有对梁、柱、墙、楼板的自动协调细分功能,以确保各种构件间的变形协调。

PMSAP能读取SATWE特殊构件定义数据及参数定义数据,以方便用户对PMSAP和SATWE两个程序的分析和设计结果进行对比。可进行任意空间结构的分析计算,采用基于OpenGL三维图形显示技术,具有三维和平面相结合的功能完备的图形后处理。计算

结果可传递给施工图模块、JCCAD 模块、STS 软件和非线性分析软件 EPDA&PUSH。

8. PK

PK 为钢筋混凝土框架、框排架、连续梁结构计算与施工图绘制软件。PK 模块具有二维结构计算和钢筋混凝土梁柱施工图绘制两大功能。适用于工业与民用建筑中各种规则的框架结构、框排架结构、排架结构、剪力墙简化为壁式框架结构、连续梁、拱形结构及桁架等。

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 PMCAD 数据形成 PK 几何和荷载数据文件,进行计算分析。它还可以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,可任意布置挑梁、牛腿和次梁,可绘制折梁、加腋梁、变截面梁、矩形和工字形截面梁、圆形柱及排架柱。具有很强的自动选筋、层跨剖面归并、自动布图等功能,同时给用户多种方式控制布图及受力筋和构造筋的布置等。

1.3 结构 CAD 的技术更新

对于使用过以前版本的用户而言,更为关心的是 08 版较以前的版本有何改进。08 版软件在 05 版软件的基础上,根据用户的需求和意见,精简并整合了菜单,简化了操作,新增了大量功能,增强了对复杂类型结构的适应性,拓展了施工图设计的应用,使系统的整体水平有了较大幅度的提高。

1. 大大提高了结构建模的效率和适应性

将 05 版 PMCAD 的前三个菜单合并,使建模、楼面布置、荷载导算充分集成,输入和修改更加流畅。扩充了平面模型的适应性,增加了广义楼层概念,适应斜梁、越层结构、层间梁、错层墙、山墙等特殊构件的输入。多塔结构拼装机适应分开建模、分别计算,再拼装后整体计算的工作方式,分开建模中的布置、楼面、荷载、高层计算中的特殊参数定义等信息在拼装后都得到完整保留。杆件截面类型得到大大扩充,并增加用户自定义的任意截面形式输入和计算。楼面恒荷载、楼面活荷载、人防荷载、吊车荷载都在建模中统一定义。引进大量流行操作模式,使用户对模型的输入、修改更加方便快捷。软件自动生成楼板,自动清理无用网点,自动算出复杂结构上下楼层的连接关系,软件还能对模型缺陷作全面的检查。

2. 为扩大复杂结构空间建模程序 Spas CAD 应用,将该模块放到 PMCAD 主菜单内

改进复杂结构空间建模程序 Spas CAD,除了原有的 PMSAP 程序可以接力 Spas CAD 计算外,08 版的 SATWE 也可以接力 Spas CAD 计算,从而使 PKPM 大大拓展了对复杂结构的计算分析能力。Spas CAD 用于不能用 PMCAD 逐层建模方式输入的模式。在建筑结构中,通常只有少数为复杂结构,其大部分仍可以用 PMCAD 逐层建模方式输入,这种情况可以将 Spas CAD 和 PMCAD 配合使用,使 Spas CAD 先读取 PMCAD 按照楼层逐层输入的模式,再补充复杂空间结构部分,用这种工作方式将会使效率更高。

3. 提高了核心结构计算软件 SATWE、TAT、PMSAP 等对复杂工程计算的适应性

SATWE 在剪力墙单元自动划分中增加了三角形单元,它和四边形单元的配合使用提高了单元划分质量,基本消除了不协调节点,增加了计算的合理性和稳定性。适应广义楼层

计算,对于错层、越层、多塔的计算也更为适应;增加对错层剪力墙和屋面山墙等不等高墙体计算;增加对倾斜楼板单元计算;可以接力复杂空间建模 Spas CAD 计算。把特殊梁柱定义等计算参数计入模型,使模型修改后相关参数不会丢失,并方便一模多算。增加施工荷载模拟 3 的分层刚度分层加载的计算方式,并可由用户设定若干楼层组合的施工次序,提高了模拟施工对复杂结构分析的适应性和合理性。提供剪力墙组合截面配筋的方式。增加对大截面柱内包含多根刚性梁的处理,使与该柱连接的其他梁设计合理。改进和砌体结构的接口,完善底层框架结构和配筋砌体结构的设计计算。此外,增加大量参数的合理设置以适应各种结构情况。TAT、PMSAP 也作出如上类似改进。PMSAP 还针对 9 度设防高层建筑及大跨结构,增加了竖向地震的振型分解反应谱分析方法;针对高层混凝土建筑及钢结构增加了整体屈曲分析;完善了以整体有限元方式分析和设计弹性楼板的功能;实现了包含竖向振动在内的完全的三向地震波激励下结构的弹性时程分析;实现了用温度效应模拟混凝土收缩和预应力张拉的功能;增加了自动搜索、考虑屋面风荷载竖向分量的功能等。

4. 弹塑性静、动力分析软件 EPDA&PUSH 的成熟实用

软件已在包括奥运场馆在内的数百项工程中成功应用,从基本理论与程序实现角度已成熟实用。EPDA 采用模拟剪力墙弹塑性性质的“剪力墙宏单元”;在模拟梁、柱和支撑弹塑性性质的“纤维束”模型基础上增加了“塑性铰”模型;增加了具备阻尼特征的线性、非线性隔震单元;增加了多种线性、非线性减震阻尼器单元;PUSH 软件中提供了大量可以在细节上考虑结构实际特性的功能;在自主科研的基础上增强了“能力谱方法”,较好地改进了原有的抗倒塌计算结果。EPDA&PUSH 软件从多个方面验证了基本理论和计算结果的正确性,分别与 ANSYS、ABAQUS、SAP2000 等非线性分析对比,并进行了与实际框架剪力墙结构模型试验数据对比。软件接力 PMCAD 模型和 SATWE 等计算结果,考虑实配钢筋,操作十分简便,计算速度快,是深化结构性能设计的实用量化工具。

5. 全面提升施工图设计模块

将各类施工图界面和操作模式统一。将施工图图层、轴线、标注画法及钢筋画法统一参数化定制,通过数据库管理,方便用户自定义修改。改进梁、柱、剪力墙钢筋施工图归并程序,将原全楼统一归并改为按钢筋标注层内归并,使归并过程更合理。改进自动配筋模式,使程序自动生成的配筋更加合理,减少人工修改。施工图可反复进行修改,保留原有修改结果。施工图的交互修改模式统一,如双击鼠标修改截面配筋,单击鼠标移动各种标注。修改钢筋实现平面标注与详图画法联动修改。增加常用剖面详图菜单,通过参数自动生成大样详图。增加施工图多种表达出图方式,适应不同用户的习惯。

6. 把基础设计软件 JCCAD 各菜单充分整合,使建模、计算、施工图三个层次更加清晰

基础建模中合并了桩基承台的详细计算,使桩基承台与柱下独立基础、墙下条形基础一样可完成详细设计。突出两项整体式基础计算菜单:弹性地基梁板计算和桩筏、筏形基础有限元计算。改进大底盘整体基础的设计计算,自动划分单元的合理,改进考虑基础与上部结构共同作用中用到的上部结构计算刚度的凝聚计算,增加了考虑筏板“后浇带”的计算。整合基础平面施工图,把原独立基础条形基础平面、地梁平法钢筋、筏板钢筋、桩位四个基础平面施工图菜单和桩基承台详图菜单整合为一个基础平面施工图菜单,从而扩大了该菜单的适应性。增加桩基承台、独立基础上地下室防水隔板的设计计算。改

进了筏板基础的配筋模式；改进了地质资料的输入模块，适应了土层相互之间穿插分布的复杂关系，使人机交互操作更加简便。

7. 钢结构设计软件更上一层楼

STS 门式刚架结构设计功能大大增强，三维设计整合建模和屋面墙面布置，自动完成主刚架、柱间支撑、屋面支撑的计算，自动给出全套施工图；增加了悬挂吊车的布置和计算，二维计算构件可以考虑不同钢号；增加三维建模二维计算方法，适应排架、门式刚架、农业温室等结构，适应抽柱结构的设计；完善三维框架节点设计，扩大其应用范围；增加用户定义的任意复杂截面的建模和计算；增加管桁架节点设计和施工图、连续梁计算等模块；完善了重型工业厂房设计软件 STPJ，增加梁与梁、梁与柱连接节点的设计和施工图；增加对整个工程三维建模二维自动计算的方式。完善钢结构详图设计软件 STXT，扩充门式刚架结构相关的节点详图，使门式刚架和框架施工详图的人机交互更加灵活方便。新推出温室设计软件 GSCAD，可以完成农业温室钢结构的快速建模、截面优化、分析和设计、施工图绘制。

8. 砌体结构设计软件形成新的单一模块

在 05 版 PKPM 结构软件中，砌体结构辅助设计功能分散在结构软件的各个模块中，这样的布局使软件流程不清，各项设计和计算功能不突出，给用户的使用带来很多不便，更为不利的是这种格局使砌体结构辅助设计功能扩展受到制约。随着全国墙体材料改革进程的推进，混凝土空心砌块得到普遍应用，与此相关的砌体设计计算功能的改进更为迫切。为此，在 08 版结构软件中，将与砌体结构相关的设计、计算及绘图软件模块进行了整合和重组，形成一个新的软件——砌体结构辅助设计软件——QITI，并且对主要的几项功能进行了重大改进和专业化处理。如强化、完善了砌块自动排块图设计和构造柱、异形柱、门窗端柱、芯柱的智能布置设计等，改善底层框架设计，增加了配筋砌体小高层结构设计等。新的软件功能齐全、操作方便、流程清晰，将会以一个全新的面貌与广大用户见面。

9. 自主图形平台——[图形编辑打印和转换] 模仿 AutoCAD 的跨越发展

PKPM 自主图形平台以前称为“MODIFY”，从 08 版起改名为“TCAD”。程序从界面、基本操作、编辑方式全面模仿 AutoCAD，使大量熟悉 AutoCAD 用户可同样无障碍应用，“TCAD”同时可切换到原有 PKPM 操作模式以适应原有用户习惯。增加属性对话框编辑图素；改进图层管理；补充完善了过去与 AutoCAD 存在差距的若干功能，如 Pline、Hatch、Undo、图块管理等；增加夹点编辑方式，完善了捕捉设置，完善了动态引导线机制；实现多文档管理。经过这次改动，TCAD 在工程施工图应用方面，各项性能指标和稳定性都可与 AutoCAD 媲美。

1.4 混凝土结构 CAD 的基本流程

本书的主题是应用 PKPM 结构 CAD 进行多高层混凝土结构的设计。本节将就这一主题阐述混凝土结构 CAD 的基本流程。

PKPM CAD 的结构设计程序包括“结构”、“特种结构”、“钢结构”、“砌体结构”四部分，其中混凝土结构 CAD 主要由“结构”部分的程序来实现。

PKPM 结构 CAD 软件按执行的顺序也可分为前处理模块、分析与设计模块和后处理

模块三部分。前处理模块的主要功能是输入结构分析与设计所需的基本数据和参数,定量描述结构几何特征、构件的材料和截面特性,输入荷载和其他作用,对边界约束条件进行描述,形成结构的几何信息数据库和荷载信息数据库。分析与设计模块是建筑结构 CAD 系统的核心部分,其主要功能是调用几何信息数据库和荷载信息数据库,用有限元的方法构建结构的力学模型,完成结构的静、动力分析,利用荷载组合得到的最不利内力进行结构的位移验算、构件的变形和裂缝验算和截面设计。后处理模块是结构分析与设计结果的总结和表达,其主要功能是根据设计完成施工图的绘制、编辑修改、文件转换、图形打印等操作。

下面以混凝土结构设计为例,介绍 PKPM 结构 CAD 的基本流程。

1. 前处理模块

用于混凝土结构设计的前处理模块主要是 PMCAD 模块下的主菜单 1“建筑模型与荷载输入”。此外,有些结构模块,如 PK,自身也带有前处理功能,但其也可读取 PM 文件。作为前处理模块,PMCAD 的主要功能有:

(1) 输入结构标准层的几何信息和构件的截面定义及布置:输入定位轴线和网格,定义构件(主梁、柱、剪力墙、洞口、斜杆、次梁等)并将已定义的构件布置在几何轴网的节点上,程序根据板厚自动生成楼板,局部修改板厚,布置板洞、悬挑板和预制板。

(2) 输入结构标准层的荷载信息:输入楼板恒载、活载信息,定义导荷方式,输入梁间荷载、柱间荷载、墙间荷载、节点荷载、次梁荷载和人防荷载等。注意,只有结构布置和荷载布置都相同的楼层才可称为同一结构标准层,这是 08 版软件与旧版软件的不同点。

(3) 可复制已建的结构标准层生成新的结构标准层,并完成相应的修改,直至创建全楼所有的结构标准层。

(4) 调整设计参数:结构总信息(结构体系、主要材料、地下室信息等)、地震信息、风荷载信息等,这些信息大部分按默认数据设置即可。

(5) 对各结构标准层按定义的层高进行组装,最终形成全楼模型。

(6) 为各种分析与设计模块提供接口数据文件。

2. 分析与设计模块

用于混凝土结构的分析与设计模块主要有 SATWE(SAT-8)、TAT(TAT-8)、PMSAP、PK、JCCAD 等程序模块。其中, SATWE(SAT-8)、TAT(TAT-8)、PMSAP、PK 是上部结构分析与设计程序,而 JCCAD 是带前处理、分析与设计及后处理程序的基础设计软件,用户必须首先完成上部结构建模和结构分析计算, JCCAD 程序方能接上部结构的各模块的数据进行基础分析设计。对于常规的钢筋混凝土上部结构,目前最常用的分析与设计模块为 SATWE(8 层以上的结构)和 SAT-8(8 层及 8 层以下的结构)。

SATWE 模块的主要功能有:

(1) 自动读取该 PMCAD 的建模数据和荷载数据,并转换为分析所需的几何数据、物理数据和荷载数据,定义分析与设计参数,定义铰接梁和角柱等特殊构件,并自动记录在 PMCAD 中,实现分析和计算模块与前处理的互动,其最大的好处是如用 PMCAD 修改模型再用 SATWE 分析时无需再定义已定义过的特殊构件。

(2) 根据几何数据、物理数据和荷载数据,自动进行有限元分析静力和动力计算。计算结果主要包括结构构件的内力信息、动力特性,水平荷载下的侧移信息,构件的变形信息和配筋信息等,计算结果可以用图形和文本文件两种形式进行显示和输出,可方便地整