



世纪高等教育土木工程系列规划教材

建筑结构设计 与 *PKPM* 系列程序应用

欧新新 崔钦淑 主编
李家康 主审

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



TU311.41

19

21 世纪高等教育土木工程系列规划教材

建筑结构与 PKPM 系列程序应用

欧新新 崔钦淑 主编

李家康 主审



机械工业出版社

本书是为介绍如何应用中国建筑科学研究院 PKPM 系列程序 (2004) 而编写的, 书中内容均执行最新的国家标准和行业规范。

本书主要内容包括: PKPM 系列程序简介、水平及竖向分体系的设计、PK 结构计算绘图程序、PMCAD 结构平面设计、TAT 多层及高层建筑结构三维分析与设计程序、SATWE 高层建筑结构空间有限元分析与设计程序以及剪力墙绘图、楼梯设计程序, 同时还包括建筑结构的设计概念。在附录中编入了部分材料强度及活荷载标准值等内容。

本书为土木工程本科专业建筑结构程序应用教学用书, 也可供建筑设计程序应用初学者及设计人员学习参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑结构设计 / PKPM 系列程序应用 / 欧新新, 崔钦淑主编. —北京: 机械工业出版社, 2005. 6

(21 世纪高等教育土木工程系列规划教材)

ISBN 7-111-17005-9

I. 建… II. ①欧… ②崔… III. 建筑结构—计算机辅助设计—应用软件, PKPM—高等学校—教材 IV. TU311. 41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 080917 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 冷 彬 版式设计: 霍永明 责任校对: 王 欣

封面设计: 张 静 责任印制: 石 冉

保定市印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2005 年 8 月第 1 版·第 1 次印刷

1000mm × 1400mm B5 · 8. 875 印张 · 342 千字

定价: 22.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68326294

封面无防伪标均为盗版

序

随着 21 世纪国家建设对专业人才的需求,我国工程专门人才培养模式正在向宽口径方向转变,现行的土木工程专业包括建筑工程、交通土建工程、矿井建设、城镇建设等 8 个专业的内容。经过几年的教学改革和教学实践,组织编写一套能真正体现专业大融合、大土木的教材的时机已日臻成熟。

迄今为止,我国高等教育已为经济战线培养了数百万专门人才,为经济的发展作出了巨大贡献。但据 IMD1998 年的调查,我国“人才市场上是否有充足的合格工程师”指标世界排名在第 36 位,与我国科技人员总数排名第一的现状形成了极大的反差。这说明符合企业需要的工程技术人员,特别是工程应用型技术人才供给不足。

科学在于探索客观世界中存在的客观规律,它强调分析,强调结论的惟一性。工程是人们综合应用科学理论和技术手段去改造客观世界的客观活动,所以它强调综合,强调实用性,强调方案的优选。这就要求我们对工程应用型人才和科学研究型人才的培养实施不同的方案,采用不同的教学模式、使用不同的教材。

机械工业出版社为适应高素质、强能力的工程应用型人才培养的需要而组织编写了本套系列教材,编写的目的在于改革传统的高等工程教育教材,结合大土木的专业建设需要,富有特色、有利于应用型人才的培养。本套系列教材的编写原则是:

- 1) 加强基础,确保后劲。在内容安排上,保证学生有较厚实的基础,满足本科教学的基本要求,使学生日后发展具有较强的后劲。
- 2) 突出特色,强化应用。本套系列教材的内容、结构遵循“知

识新、结构新、重应用”的方针。教材内容的要求概括为“精”、“新”、“广”、“用”。“精”指在融会贯通“大土木”教学内容的基础上,挑选出最基本的内容、方法及典型应用实例;“新”指在将本学科前沿的新技术、新成果、新应用、新标准、新规范纳入教学内容;“广”指在保证本学科教学基本要求前提下,引入与相邻及交叉学科的有关基础知识;“用”指注重基础理论与工程实践的融会贯通,特别是注重对工程实例的分析能力的培养。

3) 抓住重点,合理配套。以土木工程教育的专业基础课、专业课为重点,做好实践教材的同步建设,做好与之配套的电子课件的建设。

我们相信,本套系列教材的出版,对我国土木工程专业教学质量的提高和应用型人才的培养,必将产生积极作用,为我国经济建设和社会发展作出一定的贡献。

江见鲸

前 言

PKPM 系列为中国建筑科学研究院开发的土木建筑结构设计系列程序，包含建筑设计、给排水设计、建筑设备设计以及建筑结构设计。全国大部分建筑设计院应用该系列程序作建筑结构设计。近几年，各大专院校已相继开设“计算机在建筑结构设计中的应用”等课程，讲授建筑结构设计中的程序应用。

本书以中国建筑科学研究院的 PKPM 系列程序中的建筑结构设计部分为基础，详细地阐述了 PK 框架结构设计、PMCAD 结构平面设计、TAT 多层及高层建筑结构三维分析与设计、SATWE 高层建筑结构空间有限元分析与设计等程序的应用操作，以及建筑结构设计的必要知识。本书按 PKPM 系列程序 2002 版及现行规范编写，采用规范通用符号、计量单位和基本术语。

本书以课内 32 学时编写，建议上机时间 32 学时。课堂主要讲解第三、四、五章程序应用部分，教师可根据课程学时数，增加第六、七章的内容。第二章作为参考或自学内容。

本书由欧新新和崔钦淑主编。其中，第一、三、四、五章由欧新新编写，第二、六、七章及附录由崔钦淑编写。参加本书编写的还有方诚、叶远男、崔钦丽。本书的编写得到了很多同事和教师的帮助，在此表示感谢。

本书由李家康教授主审，在此表示衷心感谢。

书中有不妥或错误之处，恳请批评指出。

作者的 E-mail: zhouzh89@163.com。

编 者

目 录

序

前言

第一章 PKPM 系列程序简介	1
第一节 PKPM 系列程序功能	2
第二节 PKPM 系列程序联系网络	8
第二章 水平及竖向分体系的设计	10
第一节 楼盖水平承重结构	11
第二节 结构转换层和加强层	16
第三节 竖向分体系的设计	21
第四节 程序的计算假定、选择及结果分析	35
第三章 PK 结构计算绘图程序	43
第一节 PK 程序的应用及特点	43
第二节 平面结构交互式输入	45
第三节 结构计算数据文件	60
第四节 绘图数据文件	69
第五节 PK 程序的计算操作	76
第六节 结构计算输出结果说明	81
习题	86
第四章 PMCAD 结构平面设计程序	97
第一节 PMCAD 的基本功能与应用范围	97
第二节 结构设计及模型输入	100
第三节 结构整体模型的输入	103
第四节 次梁、预制板及其它楼层信息输入	125
第五节 荷载信息输入与检验	129
第六节 生成平面杆系计算数据文件	134
第七节 绘制结构平面施工图	136
习题	140
第五章 TAT 多层及高层建筑结构三维分析与设计程序	143
第一节 TAT 的基本功能与应用范围	143
第二节 计算模型的合理简化	146
第三节 数据准备	153
第四节 结构分析与配筋计算	172

第五节 与 PK 连接绘制梁柱施工图	183
第六节 结构施工图	187
习题	190
第六章 SATWE 高层建筑结构空间有限元分析与设计程序	191
第一节 SATWE 的特点及应用	191
第二节 参数的合理选取	193
第三节 SATWE 的操作及输出	206
第四节 SlabCAD 复杂楼板有限元分析与设计	216
习题	226
第七章 剪力墙绘图程序及楼梯设计程序	227
第一节 JLQ 剪力墙绘图程序	227
第二节 LTCAD 楼梯设计程序	234
习题	250
附录	251
附录 A 材料强度及活荷载标准值	251
附录 B 竖向结构的抗震构造措施	254
附录 C TAT 出错信息表	268
参考文献	274

第一章

PKPM 系列程序简介

PKPM 系列程序是为房屋建筑设计开发的系列程序，包括建筑设计、结构设计、设备设计等。系列程序中，结构设计部分可用于材料为混凝土、砌体或钢的一般结构设计以及预应力结构设计，同时还包含各种基础设计。

PKPM 程序中建筑结构设计分三步进行：①设计数据输入；②结构计算及计算结果输出；③施工图绘制。

一、设计数据输入

设计参数包括：

(1) 组成结构的几何数据：每一层的网格线（轴线）定位、构件截面尺寸、构件定位、材料特性以及结构层高等。

(2) 结构楼层荷载：每层楼（屋）面板板面上的恒荷载、活荷载，梁上荷载，柱间荷载，节点荷载等以及荷载的作用形式。

(3) 计算结构的其它信息：总信息、地震信息、风荷载信息、材料信息及绘图信息等。

二、结构计算及计算结果输出

计算结果包括：结构内力、位移及其它有关的数据和结构构件的配筋、变形及裂缝宽度等。

结构计算结果以两种形式输出：

(1) 经过计算机处理后以图形形式给出，在图上标注各种经过简化的相应数据。

(2) 以数据文件的形式输出各项精确的计算结果。

三、建筑结构设计施工图的绘制和编辑

根据计算结果,绘制结构施工图,同时进行结构或构件的构造配筋或处理。

第一节 PKPM 系列程序功能

一、结构平面楼盖设计程序 (PMCAD)

PMCAD 是整个建筑结构设计几何数据输入和竖向荷载输入的核心,提供结构设计的基本数据,同时也是绘制框架、框架—剪力墙、楼梯、各类基础等施工图的平面数据库。它是 PKPM 系列程序中建筑 CAD 与结构计算数据的必要接口。

(1) 用人机交互方式输入各楼层平面几何数据,通过楼层组装的方式形成整体结构;输入各楼层详细信息(如楼面板上的洞口、次梁、预制板、错层、挑檐等)及各楼层荷载信息。

(2) 程序自动按楼板的传力方式(也可人为制定)进行从楼板到梁、梁到柱或墙的荷载传递,并将构件的自重计入荷载。程序自动计算输入的荷载,形成整栋建筑的荷载数据库,并且荷载数据库中的任一荷载数据可查询、可修改。荷载数据库提供结构计算所需的荷载数据文件。

(3) 通过绘制按设计平面布置的框架结构、剪力墙结构、框架—剪力墙结构、砌体结构等的结构平面图,输入结构平面几何数据。对结构梁或其它构件正交或斜交的网格平面布置还可成批输入网格。平面布置图中可包含柱、梁、墙及墙体上洞口的平面布置及相关位置,标注尺寸线、轴线及总尺寸,绘制预制板,标注次梁及楼板开洞位置。

(4) 计算各层现浇楼板的内力和配筋,并绘制板配筋图。对砌体结构,可绘制砌体结构圈梁、构造柱以及节点大样图。

对砌体结构和底层框架上部砌体结构,作抗震分析验算。

(5) 统计结构构件部分的工程量,以表格形式输出。

二、混凝土平面结构(框架、框排架、排架、连续梁等结构)设计程序(PK)

PK 是结构平面分析程序,以一榀框架或其它平面结构作为分析对象。PK 也是预应力结构和钢结构二维分析设计的内力分析程序,同时也是结构三维分析后,结构设计绘图时的梁柱施工图绘制程序。

(1) 用于各种规则的和不规则的平面框架、框排架、排架、壁式框架及连续梁等结构的计算设计。它可处理梁柱正交或斜交、梁错层、抽梁抽柱、底层不

等高、铰接梁柱等各种情况。绘图时可在柱任意位置设置挑梁或牛腿，在梁的任意位置设置次梁，并对挑梁、牛腿和主梁上次梁作用位置作相应的计算。可绘制多种截面形式（矩形、工字形、圆形等）的梁，并可绘制折梁、加腋梁、变截面梁；柱可配置多种形式的箍筋，还有排架柱的立面配筋表示方式。

(2) 可对拱形、内框架、桁架等结构进行各种荷载效应组合，按需要输出各种荷载下的内力和各种组合下的内力组合值。

(3) 对混凝土框架结构，按抗震等级要求作强柱弱梁、强剪弱弯、节点核心、柱轴压比、柱体积配箍率的计算与验算，并作相应的构造处理；对存在薄弱层的混凝土框架结构，进行罕遇地震下薄弱层的弹塑性位移计算和竖向地震作用的计算。

(4) 对已配筋混凝土结构梁进行变形计算和裂缝宽度计算；可交互调整或设置系数调整梁配筋，使其满足正常使用极限状态的裂缝宽度要求。

(5) 可绘制梁柱整体或梁柱分开表示的框架结构配筋图；对三维结构空间分析（TAT、SATWE 计算）结果，还可用平面整体表示方法绘制各层梁柱配筋图。

(6) 与 PMCAD 程序连接，引导由 PMCAD 程序生成结构计算所需的设计数据文件。

三、多高层建筑结构三维分析程序（TAT—8 或 TAT）

TAT—8 或 TAT 是多高层建筑结构采用薄壁杆件原理的空间分析程序。在三维空间分析时，此程序假定楼板平面刚度为无限大，在水平力作用下不发生平面内变形，而只发生平移和转动。因此，该程序适用于整体楼板且没有大面积开洞的结构物。此程序适合于分析设计各种复杂体形的多、高层建筑。对混凝土结构（包括混凝土井字梁楼盖结构）可进行设计计算并配置梁柱截面钢筋，还可对钢—混凝土混合结构、钢结构及带支撑或斜柱的结构进行分析计算。

(1) 可对框架、框架—剪力墙、剪力墙、筒体等结构作三维空间内力分析。对钢结构计算时，还可考虑 $P-\Delta$ 效应。对结构进行风荷载、各种竖向荷载作用的分析和各种荷载作用下的效应组合，并对混凝土构件进行截面配筋。

(2) 采用振型分解反映谱法对结构进行水平地震和竖向地震作用下的内力分析。对需进行采用时程分析法进行地震作用分析的建筑物，可与动力时程分析程序 TAT—D 接力运行，进行动力时程分析，并按分析结果对结构构件截面配筋。

(3) 可由 PMCAD 数据文件转换得到 TAT 程序计算的几何数据文件及荷载数据文件，以交互方式补充结构整体设计的其它数据，直接进行结构计算。

(4) 对于框支剪力墙或其它结构中的结构转换层，可以与高精度平面有限元程序 FEQ 连接运行，自动生成数据，并对指定截面配筋。

(5) 连接混凝土平面结构程序 PK 绘制梁柱配筋图；连接剪力墙结构设计程

序 JLQ 绘制剪力墙施工图。

(6) 可连接基础设计程序 JCCAD、箱形基础设计程序 BOX 进行基础设计。

四、多高层建筑结构空间有限元分析程序 (SATWE-8 或 SATWE)

SATWE-8 或 SATWE 为多高层结构分析与设计程序,可用于对剪力墙采用结构有限元分析。

SATWE-8 指八层及八层以下的建筑结构空间有限元分析程序。剪力墙的计算单元采用基于壳元理论的三维组合单元(墙单元),以提高剪力墙分析计算精度;计算中假定楼板平面内刚度为无限大。

SATWE 为高层建筑结构空间有限元分析程序。其中剪力墙计算单元为基于壳元理论的三维组合单元(墙单元);对楼板作四种简化假定,以适合多种不同的情况。SATWE 程序解决了剪力墙和楼板的模型简化问题。在 SATWE 程序完成结构分析后,还可再用 FEQ 程序取出一部分剪力墙进行二次分析。对厚板(转换层楼板)及无梁楼盖的楼板采用设置虚梁的方法进行处理,并进行弹性分析。SATWE 适用于高层和多层混凝土框架、框架—剪力墙、剪力墙以及高层钢结构或钢—混凝土混合等结构。对复杂体型的高层建筑、多塔结构、错层结构或具有转换层及楼板局部大开洞等特殊结构形式都有很好的适用性。

(1) 对梁、柱及支撑等杆件采用空间杆单元,剪力墙采用壳单元凝聚而成的墙单元。剪力墙按子结构处理,由程序自动按输入的最大单元格尺寸进行细分,然后用静力凝聚原理将由于墙单元的细分而增加的内部自由度消去,从而保证墙单元的精度和有限元的出口自由度。墙单元不仅具有墙所在的平面内刚度,也具有平面外刚度,从而较好地模拟工程中剪力墙的实际受力状态。

(2) 对于楼板, SATWE 给出了四种简化假定:①楼板平面内为刚性,适用于多数常见结构;②分块楼板为刚性,适用于多塔或错层结构;③分块楼板为刚性用弹性板带连接,适用于楼板局部大开洞、塔与塔之间上部相连的多塔结构及某些平面布置较特殊的结构;④楼板为弹性,可用于特殊楼板结构或要求分析精度较高的高层结构。在应用中,可根据工程实际情况和分析精度要求,选用其中一种或多种简化假定。

(3) SATWE 可完成建筑结构在恒荷载、活荷载、风荷载、地震作用下的内力分析,并对同层的活荷载进行不利内力组合计算;对混凝土结构可完成截面配筋计算。

(4) 有地下室的结构,可考虑上部结构和地下室共同工作;并对地下室进行设计。

(5) 使用 SATWE 程序所需的几何信息数据和荷载信息数据,可从 PMCAD 建立的结构模型中通过转换得到,对一些特殊的信息数据(如多塔、错层信息

等)也可在转换过程中自动完成。

(6) SATWE 程序完成计算后,可接 PK 程序绘制梁、柱配筋图,接力 JLQ 程序绘制剪力墙施工图,并可为各类基础设计程序提供基础设计荷载。

五、高层建筑动力时程分析程序 (TAT—D)

对于有些建筑,规范规定对地震作用需采用时程分析法进行地震作用分析。TAT—D 是对高层建筑进行动力时程分析的程序。TAT—D 在使用中为 TAT 或 SATWE 主菜单中的一个子程序。TAT—D 高层建筑动力时程分析程序(模块),可根据输入的地震波对高层建筑结构进行地震作用方向的弹性动力时程分析,为结构抗震设计提供数据。TAT—D 按弹性理论计算,适用于多遇地震作用下的动力时程分析。

在 TAT 或 SATWE 程序运行后,可接 TAT—D 程序运行,其时程分析结果可对结构重新设计。程序提供 29 条各类场地上的地震波,也可自行输入地震波。与 TAT 接力运行的数据由程序自动形成,程序进行任意指定方向地震波作用且考虑耦联的时程分析。一次可考虑 6 条地震波、9 个地震作用方向,输出结构动力反应图形。可自动找出结构薄弱层,进行十二层以下框架结构薄弱层验算。

六、弹塑性动力时程分析软件 (EPDA)

EPDA 用于需进行抗震第二阶段设计(罕遇地震下的弹塑性变形验算)的建筑物进行弹塑性动力反应分析。程序可按给定的地震作用方向计算结构的弹塑性时程响应,得到已设计结构的弹塑性变形。EPDA 适用于多层、高层、超高层建筑结构,包括混凝土结构、钢结构、钢与混凝土混合结构。

七、高精度平面有限元框支剪力墙计算及配筋程序 (FEQ)

高层建筑结构中的框支剪力墙、剪力墙等,采用 TAT 或 SATWE 程序计算的精度不能够满足设计要求或需对结果进行校核时,可采用 FEQ 程序对框支剪力墙、剪力墙等局部结构作补充计算。FEQ 程序采用一节点六自由度三角形单元有限元方法,对剪力墙或托梁进行各种作用下的各点应力、内力以及效应组合及配筋计算;同时可计算剪力墙墙体或墙体托梁联接处的加强筋,对托梁、剪力墙墙体加强部分自动配筋。FEQ 程序在使用中是 TAT 或 SATWE 主菜单中的一个子程序;它也可独立运行。

八、楼梯设计程序 (LTCAD)

LTCAD 程序用于楼梯结构设计。适用于单跑、二跑、三跑等形式的梁式或板式楼梯,也可进行螺旋楼梯、悬挑楼梯等各种楼梯的设计。程序通过交互式输

人形成各种形式楼梯数据,可完成楼梯的内力分析和配筋计算,并绘制楼梯施工图。

LTCAD 可与 PMCAD 或 APM (三维建筑设计程序)连接,从 PMCAD 或 APM 读取楼梯平面布置几何数据。

九、剪力墙结构设计程序 (JLQ)

JLQ 程序用于剪力墙结构绘图,可绘制剪力墙平面模板尺寸、墙分布筋、边框梁、端柱、暗柱、墙梁配筋等图。施工图有两种表达方式:第一种是以剪力墙结构平面图、节点大样图与墙梁钢筋方式表示的施工图;第二种是以剪力墙立面图和剖面大样图方式表示的施工图。JLQ 程序绘制施工图是由 PMCAD 数据中生成剪力墙模板布置尺寸,由高层建筑计算程序 TAT、SATWE 及 FEQ 等提供剪力墙配筋计算结果。

十、钢筋混凝土基本构件设计计算程序 (GJ)

GJ 程序用于混凝土构件设计计算可完成混凝土梁、柱、墙等构件,在拉、压、弯、扭、剪及其组合等受力下的配筋、变形及裂缝计算,并对构件及节点进行抗震设计及验算。同时可绘制挑檐、雨篷、阳台、过梁、挑梁及墙梁等混凝土构件施工图。

十一、基础设计程序 (JCCAD)

JCCAD 程序用于各种浅基础和桩基础的设计。程序通过自动读取 PMCAD 中结构柱网轴线和底层结构布置数据以及上部结构计算荷载数据,同时通过交互输入地基梁传来的附加荷载等,自动完成基础布置,也可人机交互布置基础。

JCCAD 可完成柱下独立基础、墙下条形基础、弹性地基梁、带肋筏板基础、柱下平板基础、墙下筏板基础、桩筏基础、桩基础以及多种类型基础组合的混合基础结构计算、沉降计算和施工图绘制。

基础结构分析方法可选择弹性地基梁单元、四边形中厚板单元、三角形薄板单元以及周边支撑弹性板的边界元方法与解析法,还可采用考虑上部结构刚度的共同作用。沉降量计算方法可选择采用基础地面柔性假设计算沉降、基础地面刚性假设计算沉降及考虑基础实际刚度计算沉降。

JCCAD 程序还可绘制基础平面图、梁立面、剖面图、大样详图等施工图。

十二、箱形基础设计程序 (BOX)

BOX 是高层建筑箱形基础设计程序,可用于三层或少于三层的任意形状箱形基础结构计算,并绘制施工图;同时还可考虑五、六级人防设计计算。

结构计算内容包括：箱形基础沉降与反力计算，箱基整体与局部的弯矩及配筋计算，墙体、洞口、过梁等内力及配筋计算。

BOX 程序通过 PMCAD 和 TAT 或 SATWE 的接口得到计算数据，可进行修改。

十三、钢结构设计程序 (STS)

STS 程序是相对独立的钢结构设计程序，包含二维平面钢桁架、门式钢架、排架等结构和三维框架结构的设计。STS 程序的内力分析由 PK、TAT 或 SATWE 程序完成，然后由 STS 程序完成钢结构的截面设计及施工图绘制。

(1) 可通过 PMCAD 的三维方式和 PK 二维方式建立钢结构模型。

(2) 可完成钢结构计算和应力验算、节点设计。

(3) 钢结构截面形式有 60 多种，包括各种型钢截面、焊接截面（含变截面）、实腹式组合截面、格构式组合截面等类型。程序带有包含世界各国标准型钢的型钢库。

(4) 可以结构重量最轻为目标函数对轻钢门式刚架、钢桁架结构进行优化设计。

(5) 可绘制多高层钢结构、轻钢门式刚架、钢桁架、钢支架、钢排架柱等施工图。对于钢框架结构可采用 PK、TAT 或 SATWE 计算结果进行节点设计和施工图绘制。

十四、预应力混凝土结构设计程序 (PREC)

PREC 是相对独立的预应力结构设计程序，包含有二维平面预应力连续梁、平面框架等结构和三维框架等结构设计。它包括预应力筋的线型自动设计、结构分析及绘制结构施工图。PREC 程序的内力分析计算由 PK、TAT 或 SATWE 程序完成。

(1) PREC 程序利用 PMCAD 建立几何数据和荷载数据，再补充输入预应力设计信息，根据结构布置和荷载状况，自动生成预应力筋线形，并可修改。

(2) 预应力筋线形有抛物线形、折线形、直线形等八种线形，同一构件上可选择布置多种线形，以适应构件承受的不同荷载状况。

(3) 绘制预应力筋线形施工图、预应力筋束形坐标图、非预应力钢筋配筋图。

(4) 对于预应力框架结构，可采用有粘结或无粘结预应力设计。

(5) 程序根据已布置预应力筋线形计算相应的预应力等效荷载，分析预应力综合内力和次内力，验算恒荷载、活荷载、风荷载、地震作用多种效应组合下的极限承载力，验算正常使用极限状态的变形、抗裂度或裂缝宽度，并可进行冲

切验算与施工阶段验算。完成全部计算后, 绘制预应力框架结构施工图。

十五、混凝土小型空心砌块砌体结构设计程序 (QIK)

QIK 是相对独立的砌体结构设计程序。它使用 PMCAD 交互建模, 完成楼面布置及荷载导算。

QIK 自动按设防烈度及房屋层数确定布置芯柱位置和填实孔数, 自动对芯柱的节点进行归并和编号, 也可交互修改编辑。自动完成考虑芯柱及插筋作用的抗震计算及砌体的受压计算。

QIK 自动完成模数或非模数平面墙体的排块设计, 并可绘制任意部位的墙体排块立面图。自动统计全楼各种规格的砌块数量。

QIK 可绘制芯柱平面图, 标注芯柱大样索引号。根据芯柱归并结果, 自动绘制表示芯柱混凝土灌孔、插筋及拉结筋网片等内容的芯柱节点大样图。

十六、特殊多高层建筑结构分析与设计程序 (PMSAP)

PMSAP 是独立于其它结构设计程序的多高层建筑结构分析程序。PMSAP 直接对多高层建筑中所出现的各种复杂情形进行分析。

(1) 采用有限元分析方法, 可以适用于任意结构布置形式, 所有构件均可在空间位置布置。

(2) 具有 20 多种有限元单元模型。一维单元有等截面和变截面的桁架杆、梁(柱)杆单元; 二维单元有三角形、四边形空间壳及任意多边形空间壳(楼板元), 简化模型墙、细分模型墙; 三维单元包含 48 个自由度的六面体等参单元。此外还有各种集中单元、地基单元等。

(3) 在 PMSAP 中, 采用带有最佳协调边界的子结构式墙单元, 该墙单元通过最佳协调技术来满足墙与墙之间的协调性。

(4) 在 PMSAP 中, 将厚板转换层结构中的厚板、板柱体系结构中的楼板及结构中的楼板进行全楼整体分析和配筋计算。计算考虑楼层之间、构件之间的耦合作用及地震作用的计算方法, 具有较高的精度。

(5) 可考虑梁、柱、墙、楼板等所有类型单元的温度应力分析。

(6) 可考虑楼板整体刚性、分块楼板刚性、楼板弹性等多种假定计算楼板变形。

(7) 三维与平面相结合的图形后处理。

第二节 PKPM 系列程序联系网络

PKPM 系列程序中包含建筑设计程序、给排水设计程序、设备设计程序、结

构设计程序等。其中部分程序间的数据可相互通用。以 PKPM 系列程序联系网络图表示各程序之间的联系（见图 1-1）。

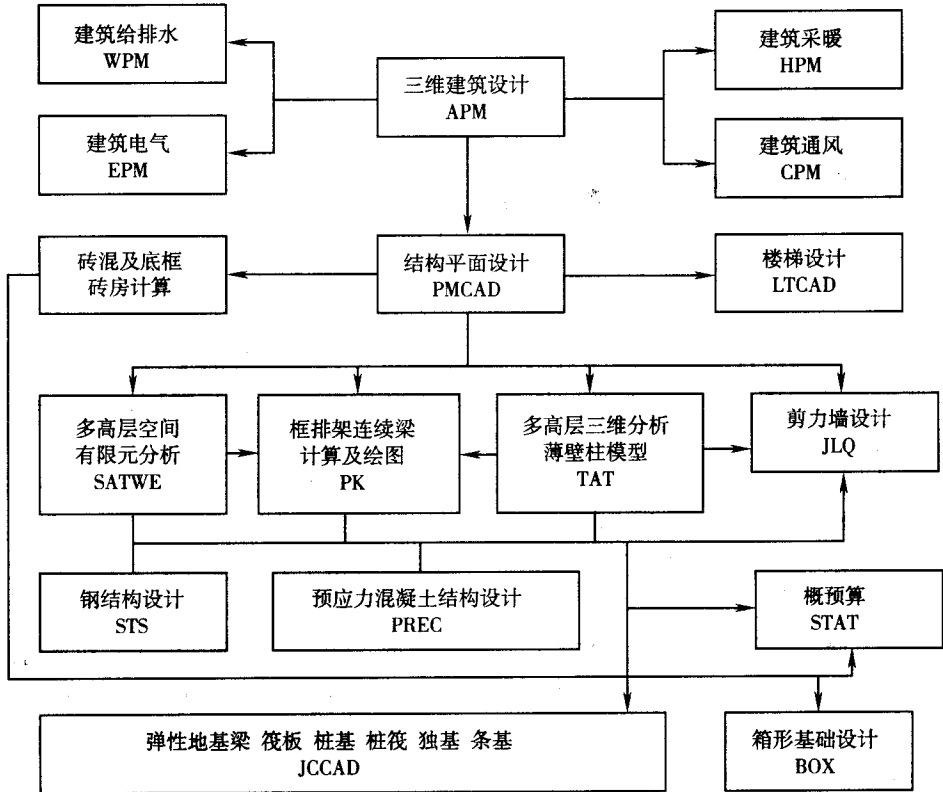


图 1-1 PKPM 系列程序联系网络图