

新世纪土木工程系列规划教材

PKPM建筑结构 设计程序的应用

◆ 欧新新 张文华 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书是为介绍如何应用中国建筑科学研究院 PKPM 系列程序 (2010 版) 而编写的, 书中内容均执行最新的国家规范、标准及行业规程。

本书主要内容包括: 建筑结构设计 with PKPM 系列程序、平面结构设计与程序 PK、结构楼面设计及其程序 PMCAD、多层及高层建筑设计程序 TAT、建筑结构设计程序 SATWE、墙梁柱施工图绘图程序、楼梯设计程序 LTCAD、建筑基础设计程序 JCCAD。同时还介绍了建筑结构的设计概念、设计与程序的关系。

本书主要作为土木工程专业本科教材, 也可供建筑结构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

PKPM 建筑结构设计程序的应用/欧新新, 张文华主编. —北京: 机械工业出版社, 2013.3

新世纪土木工程系列规划教材

ISBN 978-7-111-41028-7

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 008940 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 冷 彬 责任编辑: 冷 彬 臧程程

版式设计: 张 薇 责任校对: 赵 蕊

封面设计: 张 静 责任印制: 张 楠

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

2013 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

169mm × 239mm · 18 印张 · 347 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-41028-7

定价: 33.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心 : (010)88361066 教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售一部 : (010)68326294 机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部 : (010)88379649 机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010)88379203 封面无防伪标均为盗版

前言

PKPM 为中国建筑科学研究院开发的建筑、设备、结构设计等的系列程序，全国大部分建筑设计院应用该系列程序作建筑结构设计。2010 年以来，新版建筑结构设计规范及建筑基础设计规范实施，PKPM 程序（2010 版）按现行规范作了修改。

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，详细地阐述了建筑结构与 PKPM 系列程序、平面结构与程序 PK、结构楼面设计及其程序 PMCAD、多层及高层建筑设计程序 TAT、建筑结构设计程序 SATWE、墙梁柱施工图绘图程序、楼梯设计程序 LTCAD、建筑基础设计程序 JCCAD，以及建筑结构设计的必要知识。本书按 PKPM 系列程序 2010 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，建议课外上机 32 学时。课堂主要讲解第 1、2、3、4、5、6、8 章程序应用部分，教师可根据课程学时数，第 4 章、第 5 章选一章，增加第 7 章内容。

本书由欧新新、张文华主编，第 1 章由张文华、崔淑杰编写，第 2、4、6、8 章由欧新新编写，第 3 章由欧新新、章雪峰编写，第 5 章由欧新新、胡威诒编写，第 7 章由张文华、欧新新编写。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。

书中如有不妥或错误之处，恳请批评指正。编者的
E-mail:zhouzh89@163.com。

编 者

目 录

前言

第 1 章 建筑结构设计 with PKPM 系列程序	1
1.1 建筑结构设计 with 程序应用	1
1.2 PKPM 建筑结构设计程序	7
第 2 章 平面结构设计 with 程序 PK	14
2.1 平面框架结构	14
2.2 PK 平面结构设计程序	15
2.3 平面结构交互式输入及计算	17
2.4 结构计算输出	36
2.5 绘制结构施工图	40
第 3 章 结构楼面设计及其程序 PMCAD	54
3.1 楼盖结构	54
3.2 PMCAD 程序的功能	57
3.3 结构设计 with 建模输入	59
3.4 PMCAD 建模和荷载输入	62
3.5 平面荷载校核	98
3.6 绘制楼板结构施工图	101
3.7 生成平面杆系结构数据文件 (PK)	109
第 4 章 多层及高层建筑设计程序 TAT	115
4.1 TAT 程序的基本功能 with 应用范围	115
4.2 计算模型的简化	117
4.3 计算数据准备	120
4.4 TAT 参数设置	124
4.5 结构分析及构件设计	138
4.6 计算结果输出	140
第 5 章 建筑结构设计程序 SATWE	150
5.1 SATWE 程序的特点 with 应用	150
5.2 SATWE 数据形成及检查	154
5.3 设计参数设置	159

5.4	结构分析与构件配筋计算	181
5.5	结果图形和计算结果输出	184
第6章	墙梁柱施工图绘图程序	194
6.1	混凝土梁柱墙施工图	194
6.2	绘制混凝土梁施工图	198
6.3	绘制混凝土柱施工图	204
6.4	绘制剪力墙施工图	210
第7章	楼梯设计程序 LTCAD	218
7.1	楼梯设计程序	218
7.2	普通楼梯设计	219
7.3	螺旋楼梯设计	225
7.4	组合螺旋楼梯设计	229
7.5	悬挑楼梯设计	231
第8章	建筑基础设计程序 JCCAD	234
8.1	基础设计程序	234
8.2	地质资料建立	236
8.3	基础数据形成及独条基计算	240
8.4	基础沉降和地基梁计算	259
8.5	桩基承台设计	268
8.6	基础施工图绘制	272
参考文献		280

第 1 章 建筑结构设计 with PKPM 系列程序

随着科技的发展，计算机硬件技术和建筑结构分析理论也在不断地发展和完善，计算机辅助设计（CAD）系统在建筑工程设计领域中也得到了广泛的应用。针对建筑结构设计的特点也相应开发了很多建筑结构设计程序。

目前，建筑结构设计程序按使用的目的不同，分为以下几类：

第一类为简单的设计程序（如单个构件设计、特定简单结构设计），主要应用于单体构件在已知设计内力情况下，构件截面的配筋计算；或用于在已知荷载作用条件下，简单结构（连续梁、矩形水池、挡土墙、桩基承台等）构件的内力计算和截面配筋计算、裂缝计算、挠度计算等，有时会包含截面绘图功能。

第二类为依据建筑结构设计规范编制的专用建筑结构设计程序（如整体框架结构、框架-剪力墙结构等），主要用于建筑结构的整体设计，包括结构的整体建模输入、结构的内力分析及组合、结构的整体构造及绘图。

第三类为通用有限元程序（不限制使用的材料、结构等），适用于各种行业（飞机、汽车、土木等）、各种材料及组合材料、材料特性（弹性、塑性、弹塑性等）、各种受力状态（热气压、压力等）的分析。对于建筑结构设计为非专用程序，其建筑结构物建模和数据输入比较复杂，主要用于复杂建筑结构物分析（内力及整体控制信息）的计算复核。

国内计算机和建筑结构设计分析软件应用非常普及，然而各种程序都有其局限性，不可能包罗万象，应在充分理解程序的前提下应用。

1.1 建筑结构设计 with 程序应用

建筑结构设计是建筑工程设计中非常重要的部分。结构设计必须保证结构物的安全性、使用性和耐久性。建筑结构设计程序为建筑结构设计提供了一种工具，只有充分掌握计算机程序的本质，才能使程序成为建筑结构设计的好帮手。

1.1.1 结构设计

建筑结构设计第一步为概念设计，第二步为计算设计，最后一步为构造设计。

1. 结构概念设计

在建筑方案设计或建筑结构设计过程中,结构选型和结构布置是建筑设计的重要环节之一。结构概念设计是在特定的建筑空间中用整体的概念来完成结构总体方案的设计,并相应地处理结构与构件、构件与构件的关系。合理的建筑结构体系和结构布置方案应该是刚柔相济,多道防线,安全可靠,经济性能良好。

结构概念设计从分析建筑的空间组成得到建筑结构具体的整体形式,即把所给定的形式代表一个整体结构,按整个结构分析确定结构的总荷载(作用)和抵抗能力。包括:

- 1) 总荷载作用下的地基承载能力、竖向支承结构的承载能力。
- 2) 结构在水平荷载作用下的抗倾覆能力、抗滑移能力。
- 3) 整体结构的抗侧移刚度沿竖向的变化、平面抗侧移构件布置的规则性。

合理调整结构物的结构布置,控制建筑物自重产生的竖向荷载,控制结构楼层质量引起的地震作用及由建筑形式特性决定的水平风荷载的分布,可使结构设计更加合理。

在结构设计中应选用使结构体系(传力机构)受力明确、传力简捷的结构形式。概念设计一般不经数值计算,尤其是一些难以作出正确的理性分析或在规范中难以量化规定的问题,要依据整体结构体系与分体系之间的力学关系、结构破坏机理、震害、试验现象和工程经验所获得的基本设计原则和设计思想,从整体的角度来确定建筑结构的总体布置和抗震细部措施的宏观控制。运用概念性近似估算方法,在建筑设计的方案阶段迅速、有效地对结构体系进行构思、比较与选择,易于简化计算(甚至可用手算)。所得方案应概念清晰、定性正确。同时,这也是判断计算机内力分析输出数据可靠与否的主要依据。

总体来说,结构的概念设计应通过整体结构的控制达到对结构最有效的设计。概念设计同时还应考虑现行的结构设计理论与计算理论存在许多缺陷或不可计算性等,通过概念设计与结构措施来满足结构设计的目的。在结构设计概念里,要解决的是外力(外荷载)在结构体系内重分配的问题,要确保作用是按照各构件的刚度大小进行分配,避免出现不合理的应力集中,最终达致静态的平衡。结构刚度越大,地震作用效应越大,结构抗地震力就越强;结构刚度越小,结构的抗震作用越小,结构抗地震力越差。结构的刚度很小,对风荷载效应也会变大,对于高层建筑,特别是超高层建筑影响非常明显。

2. 结构的设计计算

结构计算是结构设计的基础。计算结构分析是结构设计的依据,设计中选择合适的计算假定、计算简图、计算方法和计算程序是得到正确计算结果的关键。现在结构设计中大量采用计算机,设计前须对计算程序充分熟悉,设计中

必须保证输入信息和数据正确无误,对计算结果进行仔细分析,保证设计结果合理、经济、安全。

(1) 结构的计算简图 结构的计算简图包括:实际结构计算模型的简化和实际作用荷载(包括外荷载、地震作用、风荷载、温度效应等)的计算简化。

实际结构计算模型的简化包括:结构空间的计算体系简化;支座条件的简化;构件间连接的节点简化;受力构件的构件特性简化。采用的计算方法不同,所选取的计算简图将有所不同。

(2) 结构内力计算 结构内力分析的计算方法,根据结构物材料可采用弹性计算方法、塑性计算方法或弹塑性计算方法。在建筑结构设计中的内力分析一般情况下选用弹性计算方法。

结构内力分析计算根据不同的计算假定,可采用平面计算方法和空间计算方法等。

(3) 结构的内力组合 不同的作用对结构的影响也不同,通过按规范设定不同的荷载系数及效应组合系数,反映各项作用的影响。有些特殊的结构物需根据实际结构的试验分析,设定各种系数。

(4) 结构构件的计算和验算 由结构内力计算得到结构的内力包络图,按各构件截面的内力计算设计构件,以及验算结构构件的使用性。

3. 建筑结构设计施工图

任何设计最终以施工图的形式表示。施工图不但要正确表示设计计算的结果,同时必须要加入各种构造措施。

结构构造是结构设计的保证,构造设计必须从概念设计入手,加强构件间连接,保证结构有良好的整体性、足够的强度和适当的刚度。对有抗震要求的结构,更应保证结构的延性。对结构的关键部位和薄弱部位,以及施工操作有一定困难的部位或将来使用上可能有变化的部位,应采取加强构造措施,并在设计中适当留有余地。

1.1.2 建筑结构设计程序

建筑结构设计程序为专用的设计程序。程序作用是进行建筑结构设计分析,并绘制施工图。

1. 建筑结构设计程序的选择

前面已提到建筑结构设计程序按使用的目的不同有不同的选择。对于一般建筑结构设计,通常选择专用建筑结构设计程序。对于上部结构,按结构计算的不同假定,可分为平面结构(平面框架、平面排架、平面刚架、连续梁、桁架等)计算、空间结构计算(三维空间杆件、空间有限元计算等)。根据结构的特点和程序的计算假定及技术条件,合理地选用结构计算程序,以达到结构设

计所需要的结果。在运用程序进行计算机辅助设计时,应根据实际情况选择计算程序,调整简化计算模型并设置应用程序中的各项参数,使其最大限度地反映实际工程的情况,尽可能地使按程序模拟计算模型的计算结果与实际结构模型相一致。

2. 程序计算结果正确性的判断

程序由人类开发,不能代替人脑的思维。程序的设置参数过程只是应用程序,而应有更进一步思考。因此必须充分了解软件对各种计算模型的假定条件,使用者才能根据实际情况选用不同的计算模型得到正确的合乎逻辑的结果。故而有些构件和参数的设定需要使用者依据规范从实际受力情况来确定。这样才能使计算机的实用性和便利性在结构设计中充分体现出来。虽然在结构工程实践中计算机是非常有价值的工具,但必须应用结构分析求解的原理、设计的基本原则和计算简化模型,判断计算结果的有效性,识别计算结果中的错误,解决计算中的问题。

在建筑结构的设计计算中,对于特殊结构或结构上特殊作用,计算结果就会出现問題;由于结构计算需要作一些简化,或由概念设计要求,有些计算结果需要作修正和补充;如果结构计算输入数据多,也难免出错。凡此种种都要求在使用程序时,对计算结果进行检查、分析和判断,不能盲目地、不加分析地使用输出数据。例如对于周期和振型,要用经验公式作估算比较,如果有较大差异,可能是计算出错导致结果不正确,也可能是原定的结构刚度不恰当(如柱墙刚度太小等),要修改设计(修改输入数据)。总之,计算只是设计的一部分,在计算机和计算程序相当发达的今天,要防止过分依赖计算机而忽视结果分析、忽视概念设计等倾向。

计算结果的正确性,直接影响建筑结构物的安全性和建筑结构设计的经济性。虽然在设计初步阶段进行了结构的概念设计,但高层建筑结构或空间结构的受力复杂,计算机计算后数据输出量大,必须对计算结果进行分析,判断计算结果的合理性和正确性。从结构的自振周期比、振型曲线、地震作用大小、水平位移比特征、对称性及合理性等主要方面进行分析。

(1) 对称外力作用下结构内力和变形的对称性 对称结构在对称外力作用下,对称点的内力与位移必须对称。比较结构内力的数值和位移数据,判断数据输入和结构计算正确性。

(2) 竖向内力、位移变化的均匀性 结构抗侧移刚度、竖向刚度逐渐变化的结构,在均匀或逐渐变化的外力作用下,其内力、位移等计算结果自上而下也均匀变化,不应有突变。

(3) 结构、构件或节点的内外力平衡 在各种标准荷载(除地震作用)作用下,节点、第 n 层的竖向或水平力满足平衡条件。可检查底层或其他层的内

力或内外力平衡条件。

(4) 结构物的地震作用 一般情况下, 截面尺寸、结构布置都比较合理的结构, 其底部剪力大约在以下范围内:

$$\text{抗震烈度 7 度, II 类场地土 } F_{\text{Ek}} \approx (0.015 \sim 0.03) G \quad (1-1)$$

$$\text{抗震烈度 8 度, II 类场地土 } F_{\text{Ek}} \approx (0.03 \sim 0.06) G \quad (1-2)$$

式中, F_{Ek} 为底部地震剪力标准值; G 为结构总重量。

结构刚度过小时, 地震作用偏于较小值; 结构刚度过大时, 地震作用偏于较大值。当烈度和场地类型为其他时, 相应调整此数值。一般当计算的底部剪力小于上述数值时, 宜提高结构刚度 (如适当加大柱截面), 适当增大地震作用; 反之, 地震作用过大, 宜适当降低结构刚度, 以达到结构安全及经济的目的。

(5) 结构物的自振周期 结构物的自振周期一般在以下范围:

$$\text{框架结构 } T_1 = (0.12 \sim 0.15) n \quad (1-3)$$

$$\text{框架-剪力墙结构和框架-筒体结构 } T_1 = (0.06 \sim 0.12) n \quad (1-4)$$

$$\text{剪力墙结构和筒中筒结构 } T_1 = (0.04 \sim 0.06) n \quad (1-5)$$

式中, n 为结构层数。

$$\text{第二及第三振型的周期近似 } T_2 = (1/3 \sim 1/5) T_1 \quad (1-6)$$

$$T_3 = (1/5 \sim 1/7) T_1 \quad (1-7)$$

(6) 结构物的振型曲线 在正常的计算下, 沿结构物高度抗侧移刚度渐变的结构, 振型曲线为连续光滑的曲线 (图 1-1), 不应有过大的凹凸曲折。

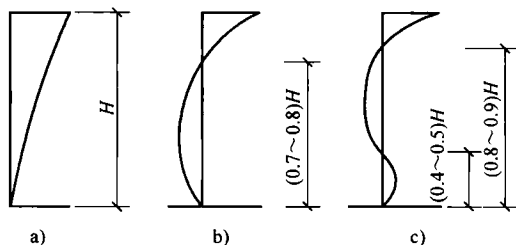


图 1-1 振型曲线

a) 第一振型 b) 第二振型 c) 第三振型

第一振型无零点, 第二振型在 $(0.7 \sim 0.8) H$ 处有一个零点, 第三振型分别在 $(0.4 \sim 0.5) H$ 及 $(0.8 \sim 0.9) H$ 处有两个零点。在结构刚度变化较大处, 有较大的曲线变动。

(7) 结构物的水平位移特征 结构的水平位移比满足 JGJ 3—2010《高层混凝土结构技术规程》的要求, 是设计必须满足的条件之一。但满足这个条

件，结构不一定是合理的设计。

在抗震设计时，地震作用大小与刚度直接相关。在结构设计合理的情况下，结构各层的水平位移关系有一定的规律。将各层位移连成侧移曲线，应具有以下特征：剪力墙结构的位移曲线具有悬臂梁的变形特征，呈外弯形曲线（图 1-2a）；框架结构具有剪切梁的变形特点，呈内收形曲线（图 1-2b）；框架-剪力墙结构和框架-筒体结构处于两者之间，接近于一斜直线（图 1-2c）。在沿结构物高度抗侧移刚度较均匀的情况下，位移曲线应连续光滑，无突然凹凸变化和折点。

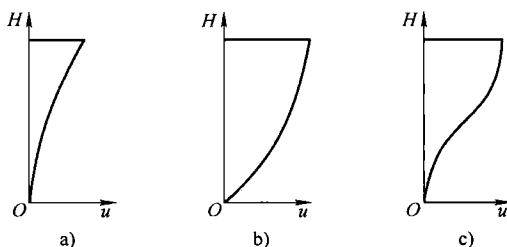


图 1-2 位移特征曲线

a) 剪力墙结构 b) 框架结构 c) 框架-剪力墙结构

(8) 判断结构设计合理性 设计较正常的结构，基本上应符合以下规律：

- 1) 结构柱、墙的轴力设计值绝大部分为压力。
- 2) 大部分结构柱为正常配筋范围，部分柱为构造配筋；剪力墙一般受压为构造配筋，符合截面抗剪要求。
- 3) 结构混凝土梁基本上无正截面超筋；可能有少量抗剪不满足要求、抗扭超限截面。
- 4) 结构或构件的变形满足规范要求。

符合以上八项要求，可认定结构设计方案及结构计算结果基本合理，调整结构的部分构件截面超筋（尤其抗扭、抗剪），可应用于工程设计。

有些重要或复杂的建筑结构，建筑结构规范要求应当选用两种（或三种）计算模型，且由不同编制组编制的程序设计计算，可以互相校核、比较。

3. 程序绘制施工图

建筑结构设计的目的是为建筑物施工提供建筑结构施工图。程序绘制施工图按以上计算的结果（已分析判断，以上计算正确）及按设计规范和建筑结构构造绘制施工图。但对于独特的建筑物，有其不同的构造，程序不可能完全代替人脑的思考。

结构计算分析得到的是构件截面配筋量，绘制建筑结构施工图还需要具体

配筋和构造。程序绘制建筑工程施工图，必须注意以下问题。

- 1) 满足建筑结构设计计算模式的结构构造措施（如构件间连接等）。
- 2) 次要构件或附加件与主构件的连接。
- 3) 不通过计算分析的构造（如楼板角边配筋、柱梁箍筋直径和间距）等。

1.2 PKPM 建筑结构设计程序

PKPM 系列程序（图 1-3）包含建筑设计（建筑模块）、建筑结构设计（结构模块、钢结构模块、特种结构模块、砌体结构模块）、给水排水设计（设备模块）、建筑设备设计（设备模块）等程序，结构设计部分为混凝土结构设计、砌体结构设计、钢结构及钢-混凝土混合结构设计、预应力结构设计程序，同时还包含各种基础设计程序（结构模块）。对各种结构设计的相应要求，利用系列程序中不同模块的功能，达到设计的目的。



图 1-3 PKPM 系列程序

PKPM 程序中建筑结构设计分三步进行：设计数据输入，结构计算和计算结果输出，建筑工程施工图的绘制和编辑。

1.2.1 设计数据输入

1. 设计参数

设计参数包含：几何数据、结构楼层荷载和其他信息。

- 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）面板面上的恒载、活载，梁上荷载，柱间

荷载, 节点荷载等以及荷载的作用形式。

3) 计算结构的其他信息: 总信息、地震信息、风荷载信息、设计内力调整信息、材料信息及绘图信息等。

2. 结构计算及计算结果输出

计算结果包括结构内力、位移及其他有关的数据和结构构件的配筋, 以及构件的变形及裂缝宽度验算等。

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。

3. 建筑结构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。

1.2.2 PKPM 建筑结构程序

PKPM 建筑结构设计程序使用中包括五部分: 结构模块、特种结构模块、钢结构模块、砌体结构模块、鉴定加固模块。结构模块主要用于混凝土结构的框架结构、框剪结构、剪力墙结构等, 钢结构模块主要用于钢结构和钢-混凝土高层混合结构, 特种结构模块主要用于预应力结构、箱形基础、筒仓结构等。

结构设计的基本计算程序介绍:

1. PMCAD——结构平面楼盖设计程序

PMCAD 是整个结构设计系列程序中几何数据 (平面轴线、截面尺寸等) 输入和荷载输入 (恒载和活载) 的核心, 提供结构设计的基本计算数据, 同时也是框架、框架-剪力墙、楼梯、各类基础等各种结构施工图绘制的平面数据库。它是 PKPM 系列程序中建筑建模 CAD 与结构计算数据的主要数据接口。

1) 通过按设计的结构平面布置绘制结构平面图, 输入各层结构平面几何数据。

2) 利用输入的各层平面几何数据和结构各层楼 (屋) 面的外加竖向荷载信息, 通过组装的方式形成整体结构, 并形成整栋建筑结构的荷载数据库。

3) 按计算力学模式, 计算各层现浇楼板的内力和配筋, 并绘制楼板配筋图。

4) 绘制各种结构的结构楼板模板图 (或平面布置图)。

2. PK——混凝土平面结构 (框架、排架、框排架、连续梁等结构) 设计程序

PK 是结构平面分析程序, 以一榀框架或其他平面结构作为分析对象, 对结构进行分析设计和整体绘图。

1) 用于各种平面框架、排架、框排架及连续梁等结构的计算设计。

2) 对拱形、内框架、桁架等结构进行分析, 并进行各种荷载效应组合分析。

3) 对混凝土框架结构, 按抗震等级要求构造处理及计算。

4) 绘制整榀框架结构配筋图。

3. TAT-8 或 TAT——多高层建筑结构三维分析程序

TAT-8 (小于或等于八层) 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, 一般情况下楼板假定为平面刚度为无限大 (在水平力作用下不发生平面内变形, 而只发生平移和转动); 部分楼板可设置为弹性板。对楼板做平面内假定分为: 分块刚性楼板, 楼板为弹性板, 分块刚性楼板用弹性板带连接。

1) TAT 计算的数据文件, 由 PMCAD 程序数据文件转换得到, 补充结构整体设计的其他数据。

2) 对结构进行各种竖向荷载、风荷载及各种荷载作用下的效应组合分析。对混凝土结构 (包括混凝土井字梁楼盖结构) 进行设计计算, 并配置梁柱截面钢筋。

3) TAT 程序地震作用分析, 采用振型分解反应谱法计算水平地震和竖向地震作用。需建筑结构弹性变形分析, 可采用弹性动力时程分析法。

4) 连接绘制墙梁柱施工图程序进行混凝土剪力墙、梁、柱施工图绘制。

4. SATWE-8 或 SATWE——多高层建筑结构空间有限元分析程序

SATWE-8 为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); 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。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); 对楼板做平面内假定为: 分块刚性楼板, 楼板为弹性板, 分块刚性楼板用弹性板带连接。

1) 从 PMCAD 建立的建筑模型, 通过转换得到 SATWE 程序所需的几何信息数据和荷载信息数据, 一些特殊的信息数据 (如多塔、错层信息等) 也在转换过程中自动完成。

2) SATWE 可完成建筑结构在恒载、活载、风荷载、地震作用下的内力分析, 并对活荷载不利分布进行内力组合计算; 对混凝土结构可完成构件截面配筋计算。

3) SATWE 程序地震作用分析, 采用振型分解反应谱法计算水平地震和竖向地震作用。需建筑结构弹性变形分析, 可采用弹性动力时程分析法。

4) SATWE 程序完成计算后, 连接绘制墙梁柱施工图程序进行混凝土剪力墙、梁、柱施工图绘制。

5) 在 SATWE 程序完成结构分析后, 还可再用高精度平面有限元程序 FEQ 程序取出剪力墙进行二次分析。

6) 对厚板(转换层楼板)及无梁楼盖结构采用设置虚梁的方法进行分析设计。还可对厚板(转换层楼板)采用特种结构菜单中的 SLABCAD 程序进一步分析。

5. 墙梁柱施工图——绘制混凝土结构施工图程序

墙梁柱施工图程序用于绘制混凝土剪力墙、梁、柱结构施工图。剪力墙、柱、梁绘图数据由 PMCAD、TAT 或 SATWE 程序结果得到。

6. EPDA——弹塑性动力时程分析程序

EPDA 用于建筑结构弹塑性动力反应分析。用于计算多高层的混凝土结构、钢结构、钢与混凝土混合结构, 在罕遇地震作用下薄弱层(部位)弹塑性变形。程序可按给定的地震作用方向计算结构的弹塑性动力时程响应, 得到已设计结构的弹塑性变形。

7. FEQ——框支剪力墙有限元分析

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 程序对其做补充计算。FEQ 程序采用高精度单元(一节点六自由度三角形平面单元)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。

8. LTCAD——楼梯计算设计程序

LTCAD 程序用于楼梯结构设计。适用于单跑、双跑、三跑等形式的梁式或板式楼梯, 以及螺旋楼梯、悬挑楼梯等各种楼梯的设计计算。

9. JCCAD——基础 CAD 设计程序

JCCAD 程序用于各种浅基础和桩基础的设计。对复杂基础结构分析采用弹性地基梁单元、四边形中厚板单元、三角形薄板单元和周边支撑弹性板的边界元等方法。

1) 程序通过 PMCAD 中的几何数据, 上部结构计算荷载数据及地基梁传来的附加荷载等, 可完成基础布置。

2) JCCAD 可完成多种基础计算、沉降计算和绘制施工图。

3) 还可采用考虑上部结构刚度的共同作用。

其他的结构设计程序还有: GJ——钢筋混凝土基本构件设计计算程序; BOX——箱形基础设计程序; STS——钢结构计算和绘图程序; PREC——预应力混凝土结构设计程序; QIK——砌体结构设计程序; PMSAP——特殊多高层建筑结构分析与设计程序。

1.2.3 PKPM 程序应用

PKPM 程序在应用中,包括程序应用的操作,模型数据输入,计算设计数据的输出以及建筑结构设计施工图输出。PKPM 程序的应用,通过键盘、鼠标(屏幕中的界面)或数据文件编写输入。本书中主要介绍界面的交互操作,对数据文件输入只作一般了解。

1. PKPM 各程序的连接

PKPM 系列中的建筑结构设计程序,各程序的应用中有以结构数据输入为主的,有以结构内力计算和内力组合为主的,有以建筑结构施工图输出为主的。有些程序可独立操作和使用,有些程序之间有比较密切的联系,通过数据库连接。

1) PK 程序数据的输入可采用三种方式:通过屏幕界面交互式输入;通过 PMCAD 程序的数据引入;另外可用编写数据文件。单榀框架(排架、桁架、连续梁)结构,一般采用屏幕界面交互方式输入,这种方式比较直观,使用比较方便;一结构物有多榀框架结构计算设计,可采用 PMCAD 建模,形成框架等结构的数据文件。

2) PMCAD 程序数据的输入有两种方式:通过屏幕界面交互式输入和编写数据文件。通常采用屏幕界面交互式输入。

3) TAT、SATWE 程序的几何数据和荷载数据(竖向荷载),通过 PMCAD 程序的几何数据和荷载数据(竖向荷载)转换得到,结构计算设计的形式、风荷载、地震作用等,可在 TAT 或 SATWE 程序中设定。

4) 墙梁柱施工图为绘制混凝土结构施工图的模块,其绘制施工图的数据由 PMCAD(几何数据)和 TAT 或 SATWE(计算配筋或构造配筋数据)得到,形成绘制的数据。

2. 界面环境

屏幕分为四个区域:右侧是菜单区,上侧是下拉菜单区,下侧是命令提示区,中间区域是工作区。下拉菜单区的功能有些与主菜单下的功能相同。

下侧命令提示区可直接输入命令,打开 WORK. ALI 文件可得到所有菜单内容与之相对应的命令。通过修改该文件可自行定义命令。

中间区域是绘图和其他功能的执行区,即工作区。

程序工作中,光标有三种形态:

- 1) 箭头:程序等待输入数据、命令或点取菜单。
- 2) 十字:坐标点入位置状态。
- 3) 方框:靶区捕捉状态。

〈O〉、〈U〉、〈S〉热键在后两种状态使用有效。

3. PKPM 程序中的功能键（仅用于 PKPM 编辑方式）

鼠标键的功能：左键等于〈Enter〉，用于确定；鼠标右键等于〈Esc〉，用于否定、放弃、返回主菜单；鼠标中键等于〈Table〉，在菜单中用于功能转换，在绘图时为输入参考点，在执行命令时为图素选择方式的转换，包括：光标捕捉方式、轴线方式、窗口方式、围栏截取方式。

键盘的键功能：〈F3〉等于屏幕最下方工具条的“点网捕捉开关”；〈F4〉等于屏幕最下方工具条的“角度距离捕捉开关”；〈F5〉等于重新显示当前图、刷新修改结果；〈Ctrl + F5〉等于恢复上次显示；〈F6〉等于屏幕界面充满显示；〈Ctrl + F6〉等于屏幕界面显示全图；〈F7〉等于屏幕界面放大一倍显示；〈F8〉等于屏幕界面缩小 1/2 显示；〈F9〉等于进入节点捕捉、角度捕捉、网格捕捉设置和捕捉靶方框大小和圆弧精度设置。注意：角度捕捉时，控制键〈O〉设置基点为当前点捕捉。

屏幕界面交互输入几何数据绘图时，〈O〉等于使当前光标位置为点网转动基点；〈S〉等于设置捕捉方式；〈U〉等于后退一步操作。

〈Ctrl + A〉等于中断重显过程；〈Ctrl + P〉等于打印当前屏幕上图形。

4. 屏幕界面交互输入方式

1) 键盘坐标输入方式。

绝对直角坐标输入：! X, Y。此点的坐标为直角坐标 (X, Y)。

相对直角坐标输入：X, Y。相对于前一输入点的坐标，此点为直角坐标 (X, Y)。

绝对极坐标输入：! R < A。此点的坐标为极坐标 (R, A)。

相对极坐标输入：R < A。相对于前一输入点的坐标，此点为极坐标 (R, A)。

2) 鼠标光标输入方式。移动鼠标，确定后输入。可用于捕捉。

3) 正交轴网（或框架网格）和圆弧轴网。

正交轴网（或框架网格）是通过定义开间和进深形成正交网格（或通过定义跨度和层高形成平面框架结构）。开间是输入横向从左到右连续各跨跨度；进深是输入竖向从下到上各跨跨度。

圆弧轴网是通过定义圆弧展开角和进深形成正交网格。圆弧展开角是轴线展开角度，进深是沿半径方向的跨度。

5. 捕捉工具功能

捕捉工具只在网格输入时使用。捕捉控制功能开关位于屏幕右下方，由节点捕捉、网格捕捉、角度捕捉切换开关控制此功能。

1) 节点捕捉。捕捉图形中形成的节点以及一些特定点。如直线的端点，圆弧的端点，折线或多边线的顶点等和直线与直线、直线与圆弧等之间的交点。图素被捕捉靶选中后，判断是否靠近这些节点，如果选中，光标便置于该点之