



高等学校土木工程专业“十三五”系列规划教材·应用型



结构设计软件应用——PKPM (第2版)

● 主编 陈占锋 向 娟 主审 蒋青青 唐 振



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

高等学校土木工程专业“十三五”系列规划教材·应用型

结构设计软件应用

——PKPM

(第2版)

主 编 陈占锋 向 娟
副主编 王肖巍 李 灵 石玉环 刘 强
主 审 蒋青青 唐 振



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/陈占锋,向娟主编.—2版.—武汉:武汉大学出版社,2017.8(2018.1重印)

高等学校土木工程专业“十三五”系列规划教材.应用型

ISBN 978-7-307-19537-0

I. 结… II. ①陈… ②向… 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(2017)第 188598 号

责任编辑:邹莹

责任校对:李嘉琪

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:10 字数:276千字

版次:2014年8月第1版 2017年8月第2版

2018年1月第2版第2次印刷

ISBN 978-7-307-19537-0

定价:39.00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“十三五”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 李景林

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模式转变为建设性、发现性的学习,从被动学习转变为主动学习,由教师传播知识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,逐步配备基本数字教学资源,主要包括:

文本:课程重难点、思考题与习题参考答案、知识拓展等。

图片:课程教学外观图、原理图、设计图等。

视频:课程讲述对象展示视频、模拟动画,课程实验视频,工程实例视频等。

音频:课程讲述对象解说音频、录音材料等。

数字资源获取方法:

- ① 打开微信,点击“扫一扫”。
- ② 将扫描框对准书中所附的二维码。
- ③ 扫描完毕,即可查看文件。

更多数字教学资源共享、图书购买及读者互动敬请关注“开动土木传媒”微信公众号!



前 言

PKPM 系列软件是一套应用广泛的,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和计算数据自动生成技术,现已成为国内应用最为普遍的 CAD 系统和国内最有影响力的结构设计软件。

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的应用经验,以实际工程为主线,将专业知识与应用案例结合,循序渐进地对 PKPM 结构系列软件进行了系统的介绍。本书具有完整的内容体系,涵盖了 PKPM 基本模块——PMCAD、SATWE、墙梁柱施工图、JCCAD、LTCAD 等,各模块菜单命令配合规范参数进行详细配图讲解。本书共 6 章,以 PKPM2010 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。

本书由重庆大学城市科技学院陈占锋、向娟担任主编,重庆大学城市科技学院王肖巍、西南科技大学城市学院李灵、黑龙江东方学院石玉环、吕梁学院刘强担任副主编。全书由陈占锋统稿。

具体编写分工如下:

重庆大学城市科技学院陈占锋(第 1 章、第 2 章、附录 2);

重庆大学城市科技学院向娟(第 3 章、附录 1);

重庆大学城市科技学院王肖巍(第 4 章、附录 4);

西南科技大学城市学院李灵(第 5 章);

黑龙江东方学院石玉环、吕梁学院刘强(第 6 章、附录 3)。

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许多宝贵的意见,特致谢意。

本教材语言简练、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、建筑结构设计人员及 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,恳请广大读者提出宝贵意见,编者不胜感激。

编 者

2017 年 6 月

目 录

1 绪论	(1)
1.1 结构设计基本条件	(1)
1.2 结构设计软件	(2)
1.3 结构设计软件 PKPM 的主要步骤	(4)
1.4 课程特点与学习方法	(7)
2 PMCAD 结构平面辅助设计软件	(8)
2.1 PMCAD 的基本特点	(8)
2.2 建筑模型与荷载输入	(10)
2.3 平面荷载显示校核	(42)
2.4 图形编辑、打印及转换	(43)
3 SATWE 结构空间有限元分析设计软件	(46)
3.1 SATWE 软件的特点	(46)
3.2 接 PM 生成 SATWE 数据	(47)
3.3 结构内力与配筋计算	(54)
3.4 分析结果图形和文本显示	(55)
4 梁、柱、板施工图设计	(59)
4.1 梁平法施工图	(59)
4.2 柱平法施工图	(63)
4.3 一榀框架施工图	(65)
4.4 楼板施工图	(70)
5 JCCAD 基础工程辅助设计软件	(76)
5.1 JCCAD 软件的特点	(76)
5.2 基础人机交互输入	(77)
5.3 基础平面施工图	(82)
6 LTCAD 楼梯辅助设计软件	(85)
6.1 交互式数据输入	(85)
6.2 钢筋校核	(90)
6.3 楼梯施工图	(93)

附录 1 混凝土框架结构计算书 (95)

附录 2 混凝土框架结构施工图 (138)

附录 3 我国主要城镇抗震设防烈度、设计基本地震加速度和设计地震分组 (151)

附录 4 全国部分城市的风压 (151)

参考文献..... (152)



数字资源目录

1 绪 论

【内容提要】

本章主要内容包括结构设计基本条件、结构设计软件、结构设计软件 PKPM 的主要步骤,以及课程特点与学习方法。

【能力要求】

通过本章的学习,学生应了解结构设计的规范、规程、标准和图集,结构设计与建筑、设备专业的相互关系,结构设计的内容;了解结构设计的各种软件,重点了解 PK-PM 软件的主要设计步骤;了解本课程的特点与学习方法。

1.1 结构设计基本条件

1.1.1 结构设计的规范、规程、标准和图集

在进行结构设计时,应该熟悉和掌握的基本规范、规程、标准和图集有:

- ①《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB 50068—2001);
- ②《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2012);
- ③《建筑工程抗震设防分类标准》(GB50009—2012);
- ④《混凝土结构设计规范(2015 年版)》(GB50010—2010);
- ⑤《建筑抗震设计规范(2016 年版)》(GB 50011—2010);
- ⑥《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2010);
- ⑦《砌体结构设计规范》(GB 50003—2011);
- ⑧《钢结构设计规范》(GB 50017—2003);
- ⑨《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011);
- ⑩《建筑桩基技术规范》(JGJ 94—2008);
- ⑪《建筑结构制图标准》(GB/T 50105—2010);
- ⑫《工程结构设计基本术语标准》(GB/T 50083—2014);
- ⑬《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图》(现浇混凝土框架、剪力墙、梁、板)(16G101—1);
- ⑭《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图》(现浇混凝土板式楼梯)(16G101—2);
- ⑮《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图》(独立基础、条形基础、筏形基础及桩基承台)(16G101—3);
- ⑯《建筑物抗震构造详图》(多层和高层钢筋混凝土房屋)(11G329—1);
- ⑰《建筑物抗震构造详图》(多层砌体房屋和底部框架砌体房屋)(11G329—2);
- ⑱《建筑物抗震构造详图》(单层工业厂房)(11G329—3)。

1.1.2 结构设计与建筑、设备专业的相互关系

①总平面图。了解项目在总平面图中的位置,确定与地震作用有关的参数,研究地基勘察报告,了解地基情况,为正确地进行地基基础设计与计算做准备。

②建筑平面图。通过每一层的建筑平面图可了解建筑平面尺寸,确定结构建模所需的轴网尺寸和轴网编号,结合建筑剖面图确定结构的层数、室内轻质隔墙的布置情况、建筑各楼层使用功能及楼梯电梯的布置。

③建筑立面图。了解复杂建筑物的立面特点、悬挑结构的尺寸与高度关系。在结构分析时,结合结构相关规范确定计算参数。

④建筑剖面图。了解建筑物的层高、底层层高、标准层层高及结构变化部分的高度等,结合建筑平面图标高确定结构高度及层数。

⑤建筑总说明和建筑详图。了解建筑材料、建筑楼屋面的做法和厚度,以确定结构建模时楼面荷载和梁间荷载。

⑥设备专业条件。确定设备用房位置、荷载及基础情况;确定楼面、墙面、基础所需的预留、预埋条件及相应的补强措施;确定电气专业的预留、预埋条件以及楼板、墙板厚度是否满足预留、预埋的构造要求。

1.1.3 结构设计的内容

(1)设计依据及设计要求

①自然条件。包括风荷载、雪荷载、工作所在地区的地震设防烈度、设计基本地震加速度值、设计地震分组、工程地质和水文地质情况。

②设计要求。根据建筑结构安全等级、使用功能确定使用荷载、结构体系、楼层布置及其对施工的特殊要求。

(2)结构设计的主要内容

①结构方案、结构选型、结构荷载计算、分析数据、绘制施工图。

②地基基础形式。根据上部结构的形式、受力、地质等,确定地基基础的形式。

③伸缩缝、沉降缝和防震缝的设置。根据建筑平面尺寸和立面、剖面的情况,按照规范构造要求确定。

④主要结构材料的选用。

⑤节点构造及其他内容。

1.2 结构设计软件

1.2.1 AutoCAD 软件

AutoCAD 是 Autodesk 公司开发的一款自动计算机辅助设计软件,可以用于绘制二维制图和基本三维设计自动制图,因此它广泛用于土木建筑、装饰装修、工业制图、工程制图、电子工业、服装加工等领域。

结构设计人员可以利用 PKPM 系列软件进行图纸的绘制,生成“*.T”文件,直接出图;也可把“*.T”文件转换成“*.dwg”文件,在 AutoCAD 软件中直接对图形修改出图。

1.2.2 PKPM 软件

PKPM 是一个系列,除了建筑、结构、设备(给排水、采暖、通风空调、电气)设计于一体的集成化 CAD 系统以外,目前 PKPM 还有建筑概预算系列(钢筋计算、工程量计算、工程计价)、施工系列软件(投标系列、安全计算系列、施工技术系列)、施工企业信息化(目前全国很多特级资质的企业都在用 PKPM 的信息化系统)。

PKPM 在国内设计行业占有绝对优势,市场占有率达 90% 以上,现已成为国内应用最为普遍的 CAD 系统。它紧跟行业需求和规范更新,不断推陈出新,开发出对行业产生巨大影响的软件产品,使国产自主知识产权的软件十几年来一直占据我国结构设计行业应用和技术的主导地位,及时满足了我国建筑行业快速发展的需要,显著提高了设计效率和质量。

PKPM 近年来在建筑节能和绿色建筑领域做了多方面拓展,在节能、节水、节地、节材、保护环境方面发挥了重要作用。新开发的建筑节能类设计、鉴定分析软件已推广覆盖全国大部分地区,是应用最早、最广泛的节能设计软件。在规划、节地方面有三维居住区规划设计软件、三维日照分析软件、场地工程和土方计算软件。在环境方面有园林设计软件、风环境计算模拟软件、环境噪声计算分析系统,还有中国古典建筑设计软件、三维建筑造型大师软件、建筑装修设计软件。

1.2.3 其他常用的建筑结构设计软件

(1) 广厦建筑结构设计 CAD

广厦建筑结构设计 CAD 是由深圳市广厦软件有限公司研发,是一个面向工业和民用建筑(混凝土、砖、钢和它们的混合结构)的多高层结构 CAD,支持框架、框剪、筒体、砖混、混合、底框砖混等结构形式,实现从结构建模、计算、结构施工图自动生成和基础设计等一体化过程。施工图可采用国标平面表示法和广东梁柱表,自动化完成率达 90% 以上。软件开发起点高,适用范围广,实用性强,满足新规范要求,配筋合理,便于施工,图纸表示准确,修改工作量小。应用该软件可缩短设计周期,提高设计质量和设计效率。

(2) 理正结构

理正结构设计工具箱软件是由北京理正公司为结构设计人员开发的一套工具箱软件,理正结构工具箱 7.0 是目前最新版本,在功能和性能方面都有所优化,包括梁、板柱墙、楼梯、砌体、基础、桩基、钢结构、混合结构、特殊结构等。

(3) 探索者结构

探索者结构是由北京探索者软件股份有限公司研发。TSSD 为 TSSD 系列产品的的基本模块,也是产品的核心模块,主要以各种工具类为主,其中既有小巧实用的工具,又有大型集成的工具,类型齐全,可以服务于各种行业的结构专业图纸。在其中配有工程中常见的构件计算,可以边算边画,方便快捷。它的操作方法为用户熟悉的 CAD 操作模式,简单易学。

(4) 天正软件

天正公司应用先进的计算机技术,研发了以天正建筑为龙头的包括暖通、给排水、电气、结构、日照、市政道路、市政管线、节能、造价等专业的建筑 CAD 系列软件。目前,天正公司在专注建筑

设计领域的基础上,为自己制定了更高、更强的目标,正在研发智能设计软件和管理软件并最终形成设计单位的协同作业系统。

(5)SAP2000

SAP2000 程序是由 Edwards Wilson 创始的 SAP(Structure Analysis Program)系列程序发展而来的。在 SAP2000 三维图形环境中提供了多种建模、分析和设计选项,且完全在一个集成的图形界面内实现。

SAP2000 是通用的结构分析设计软件,适用范围很广,主要适用于模型比较复杂的结构,如桥梁、体育场、大坝、海洋平台、工业建筑、发电站、输电塔、网架等结构形式,高层民用建筑也能很方便地用 SAP 建模、分析和设计。在我国,SAP2000 程序也在各高校和工程界得到了广泛的应用,尤其是航空航天、土木建筑、机械制造、船舶工业、兵器以及石油化工等许多部门都大量使用 SAP2000 程序。

(6)ETABS

ETABS 是由美国 CSI 公司开发研制的房屋建筑结构分析与设计软件,是美国乃至全球公认的高层结构计算程序,在世界范围内广泛应用,是房屋建筑结构分析与设计软件的业界标准。

ETABS 除一般高层结构计算功能外,还可计算钢结构、钩、顶、弹簧、结构阻尼运动、斜板、变截面梁或腋梁等特殊构件和结构非线性计算,甚至可以计算结构基础隔震问题,功能非常强大。

(7)3D3S

3D3S 钢结构-空间结构设计软件是同济大学独立开发的 CAD 软件系列,同济大学拥有自主知识产权。该软件在钢结构和空间结构设计领域具有独创性,填补了国内该类结构工具软件的一个空白,基本覆盖了各大钢结构设计单位和钢结构企业。

(8)MIDAS

MIDAS(中文名迈达斯)是一种有关结构设计有限元分析软件,分为建筑领域、桥梁领域、岩土领域、仿真领域四个大类,分为 MIDAS/Building、MIDAS/Gen、MIDAS/Civil、MIDAS/GTS、MIDAS/FX+、MIDAS/NFX。

MIDAS/Civil 针对土木结构,特别是分析象预应力箱型桥梁、悬索桥、斜拉桥等特殊的桥梁结构形式,同时可以做非线性边界分析、水化热分析、材料非线性分析、静力弹塑性分析、动力弹塑性分析。

(9)ANSYS

ANSYS 软件是融结构、流体、电场、磁场、声场分析于一体的大型通用有限元分析软件。它由世界上最大的有限元分析软件公司之一的美国 ANSYS 开发,能与多数 CAD 软件接口,实现数据的共享和交换,如 Creo、NASTRAN、Alogor、I-DEAS、AutoCAD 等,是现代产品设计中的高级 CAE 工具之一。

1.3 结构设计软件 PKPM 的主要步骤

(1)PMCAD 建模模块

在 PMCAD 中完成结构的整体模型和荷载的输入,如图 1-1 所示。模型的准确是基础,在后面的章节中将会详细地讲解。

(2) SATWE 模块, 结构内力计算和分析

① 执行第 1 项菜单“接 PM 生成 SATWE 数据”, 如图 1-2 所示。

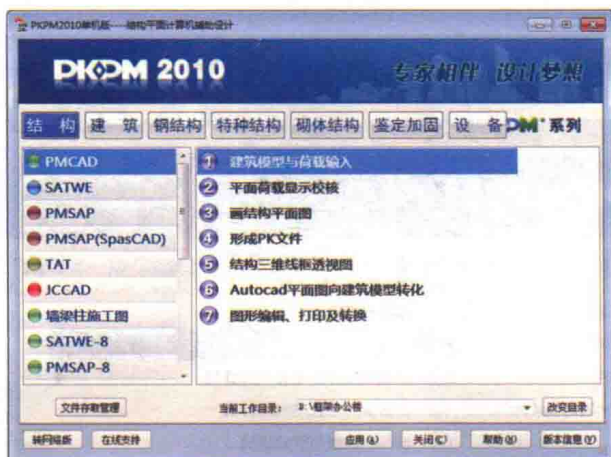


图 1-1 PMCAD 菜单



图 1-2 SATWE 菜单

② 进入 SATWE 前处理菜单, 如图 1-3 所示, 第 1 项(分析与设计参数补充定义)和第 6 项(生成 SATWE 数据文件及数据检查)两项必须执行。

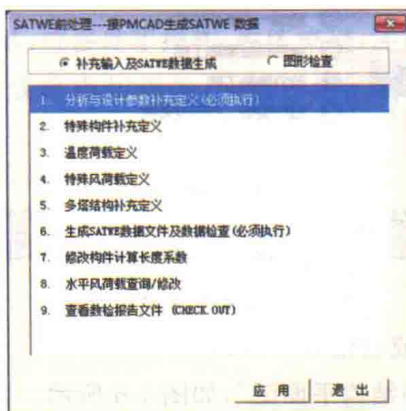


图 1-3 SATWE 前处理菜单

③执行第2项菜单“结构内力,配筋计算”。

④执行第4项菜单“分析结果图形和文本显示”,分析和查看计算结果。

(3)JCCAD 模块,基础设计

执行第2项菜单“基础人机交互输入”,如图1-4所示。



图 1-4 JCCAD(基础设计)菜单

(4)墙梁柱施工图模块,完成施工图设计

执行墙梁柱施工图模块,如图1-5所示。



图 1-5 墙梁柱施工图菜单

(5)画结构平面图子模块,完成板施工图设计

执行 PMCAD 菜单第3项“画结构平面图”,如图1-6所示。



图 1-6 楼板施工图设计

1.4 课程特点与学习方法

本课程属于实用性较强的专业课程,是土木工程专业的一门重要专业课程,主要介绍 PKPM 软件结构设计的基本知识,范围广、实践性强。掌握本课程,为毕业设计以及以后从事结构工程设计打下良好的基础。因此,学好本课程具有现实且深远的意义。同时,学生在学习的过程中应注意以下几点:

①掌握 PKPM 软件进行结构设计的操作流程和步骤,能对计算结构分析和判断,并能够对结构设计进行深化优化,因此对房屋建筑学、制图、力学、混凝土、抗震、高层和地基基础等知识内容有较高的要求。

②应注意现场参观,了解实际工程,积累感性认识,进一步理解实际结构和结构模型之间的关系。

③软件是结构设计的必备工具,应多动手操作,熟练流程,注重理论和实践的结合。

④PKPM 软件与我国的设计规范密切相关,注意熟悉结构设计相关的各种规范、规程和图集等。

2 PMCAD 结构平面辅助设计软件

【内容提要】

本章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。本章教学内容的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。本章教学内容的难点是设计参数的正确设置。

【能力要求】

通过本章的学习,学生应熟练掌握由 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。



5 分钟看
完本章

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。进行完 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、纵向网格数	≤ 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网格线与节点。

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、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 的具体操作步骤如下: