

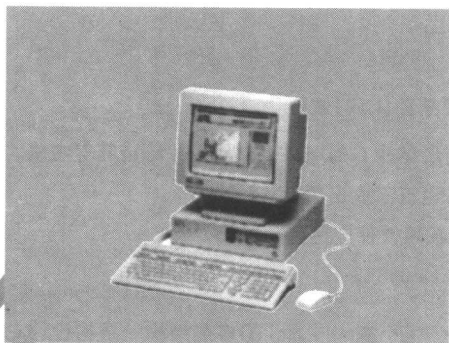
PKPM系列软件应用指南丛书

多层及高层结构 CAD软件高级应用

陈岱林 李云贵 魏文郎 主编

中国建筑工业出版社





PKPM系列软件应用指南丛书

多层及高层结构 CAD软件高级应用

陈岱林 李云贵 魏文郎 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

多层及高层结构 CAD 软件高级应用/陈岱林等主编.

北京:中国建筑工业出版社,2004

(PKPM 系列软件应用指南丛书)

ISBN 7-112-06823-1

I. 多… II. 陈… III. ①多层结构—结构设计:
计算机辅助设计—应用软件—高等学校—教材②高层
结构—结构设计:计算机辅助设计—应用软件—高等
学校—教材 IV. TU399—39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 099356 号

PKPM 系列软件应用指南丛书

多层及高层结构 CAD 软件高级应用

陈岱林 李云贵 魏文郎 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京市彩桥印刷厂印刷

*

开本:850×1168 毫米 1/32 印张:5 $\frac{1}{4}$ 字数:140 千字

2004 年 10 月第一版 2004 年 10 月第一次印刷

印数:1—10,000 册 定价:20.00 元

ISBN 7-112-06823-1

TU·6070 (12777)

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)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书针对 PKPM 系统 2002 新规范版多层及高层 CAD 软件一年多工程应用中用户普遍关心和遇到的共性问题,分为 12 个专题,重点讲解执行某些新规范条文必须满足的相关条件,各类输入参数的合理取值,运行软件正确的操作步骤,计算结果解读和软件应用注意事项。书中讲述的 12 个专题为:建筑结构分析中楼板刚度的合理假定,结构计算振型数,结构薄弱层的概念和控制,上部结构与地下室共同工作分析及地下室设计,剪力墙及其边缘构件的设计,短肢剪力墙结构设计,带转换层高层结构的分析,多塔楼、错层及设缝结构的分析,多高层结构的弹塑性分析,非荷载作用,带吊车荷载作用的结构设计,多层及高层钢结构分析。

本书适用于 PKPM 用户,结构设计、科研和审图人员阅读参考,也可作为高等院校土木工程专业师生的参考书。

* * *

责任编辑:咸大庆 王 梅

责任设计:孙 梅

责任校对:李志瑛 王金珠

《多层及高层结构 CAD 软件高级应用》

编委会名单

主 编 陈岱林

副主编 李云贵 魏文郎

成 员 陈岱林 李云贵 魏文郎 邵 弘

刘经纬 杨志勇 马恩成 黄吉锋

前言

2002 年, 伴随《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2001)、《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)、《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2001)、《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2002) 的颁布实施, PKPM 系统的三维多高层设计软件 SATWE、TAT 和 PMSAP 全面升级为新规范版。一年多来, 新规范版多高层设计软件在设计单位得到了广泛应用, 辅助设计人员完成了大量实际工程。丰富的工程实践不但检验了软件结构分析的精确性, 也检验了软件实现新规范的正确性。

为了全面、正确理解新规范软件, 提升用户软件应用水平, 中国建筑科学研究院建筑工程软件研究所于 2004 年举办了数期 PKPM 结构设计软件高级研讨班, 由程序开发人员在总结软件应用实践的基础上就以下 12 个多高层结构设计专题讲解软件的解决方案:

1. 建筑结构分析中楼板刚度的合理假定
2. 结构计算振型数
3. 结构薄弱层的概念和控制
4. 上部结构与地下室共同工作分析及地下室设计
5. 剪力墙及其边缘构件的设计
6. 短肢剪力墙结构设计
7. 带转换层高层结构的分析
8. 多塔楼、错层及设缝结构的分析

9. 多高层结构的弹塑性分析
10. 非荷载作用
11. 带吊车荷载作用的结构设计
12. 多层及高层钢结构分析

本书是在研讨班专题讲义的基础上扩充、整理而成的。

因作者水平所限，书中难免有疏漏和不足之处，欢迎读者随时将发现的问题函告我们。

目 录

第 1 章 建筑结构分析中楼板刚度的合理假定	1
1.1 概述	1
1.2 楼板刚度的各种假定	2
1.2.1 楼板的特点	2
1.2.2 有关规定	2
1.2.3 刚性楼板假定	3
1.2.4 弹性楼板 6	4
1.2.5 弹性楼板 3	5
1.2.6 弹性膜	6
1.2.7 弹性楼板单元	7
1.3 结束语	7
第 2 章 结构计算振型数	9
2.1 规范、规程相关规定	9
2.2 结构动力自由度数	10
2.2.1 侧刚模型	10
2.2.2 总刚模型	11
2.3 结构计算振型数	12
2.3.1 地震作用和作用效应	12
2.3.2 选取足够的结构振型数	12

2.3.3 振型参与质量	13
2.3.4 选取原则	13
2.3.5 程序操作步骤	13
2.3.6 结果说明	14
2.4 工程实例计算分析	15

第3章 结构薄弱层的概念和控制

3.1 结构层侧向刚度沿竖向突变产生的薄弱层	19
3.1.1 规范条文	19
3.1.2 软件实现	19
3.1.3 操作方法	21
3.1.4 结果说明	22
3.2 结构楼层受剪承载力沿竖向突变和楼层竖向抗侧力 构件不连续产生的薄弱层	25
3.2.1 规范条文	25
3.2.2 软件实现	25
3.2.3 操作方法	26
3.2.4 结果说明	26
3.3 罕遇地震下结构弹塑性变形简化计算	27
3.3.1 验算范围	27
3.3.2 弹塑性变形计算方法选择	28
3.3.3 弹塑性变形验算的简化算法	29

第4章 上部结构与地下室共同工作及地下室设计

4.1 概述	34
4.2 建议的分析模型	35
4.3 恒、活、风荷载和地震作用计算	37
4.3.1 恒、活荷载	37

4.3.2	风荷载	37
4.3.3	地震作用	38
4.4	地下室抗震设计	38
4.4.1	地下室的抗震等级	38
4.4.2	设计计算要点	39
4.5	地下室外墙平面外设计	39
4.6	地下室人防设计	41
4.7	结束语	43
第5章	剪力墙及其边缘构件的设计	44
5.1	剪力墙正截面配筋	44
5.2	剪力墙斜截面配筋	46
5.2.1	非抗震剪力墙斜截面设计	46
5.2.2	抗震要求的剪力墙斜截面设计	46
5.2.3	剪力墙分布筋构造要求	47
5.3	剪力墙边缘构件设计	47
5.3.1	基本构造要求	47
5.3.2	边缘构件设计和问题探讨	49
5.4	剪力墙结构设计	51
5.4.1	加强区与约束边缘构件	51
5.4.2	边缘构件设计的注意事项	52
第6章	短肢剪力墙结构设计	54
6.1	规程相关规定	54
6.1.1	短肢剪力墙结构的定义	54
6.1.2	短肢剪力墙结构的必要条件	55
6.1.3	短肢剪力墙结构的应用范围	55

6.1.4 短肢剪力墙结构的抗震加强	55
6.1.5 短肢剪力墙分类表(表 6-1)	56
6.2 程序实现	58
6.3 操作	59
6.3.1 设定“短肢剪力墙结构”	59
6.3.2 结果说明	59
6.4 工程实例	62

第 7 章 带转换层高层结构的分析

7.1 转换结构的计算模型	64
7.1.1 梁托柱的转换结构	64
7.1.2 框支剪力墙转换结构	65
7.1.3 厚板转换结构	65
7.1.4 超大梁转换结构	67
7.1.5 桁架转换结构	67
7.2 转换结构的设计控制	67
7.2.1 条文规定及软件操作	67
7.2.2 刚度控制及软件输出	70
7.2.3 剪力墙底部加强部位	73
7.2.4 抗震等级	74
7.2.5 薄弱楼层地震剪力放大	75
7.2.6 楼层最小地震剪力系数控制	75
7.2.7 框剪结构、框支结构柱剪力调整	75
7.3 转换结构的设计内力调整	76
7.3.1 梁设计剪力调整	76
7.3.2 转换梁地震内力调整	77
7.3.3 柱设计内力调整	77
7.3.4 框支柱地震内力调整	78
7.3.5 剪力墙设计内力调整	78

7.4	转换结构的二次分析	78
7.4.1	高精度平面有限元分析 FEQ	79
7.4.2	复杂楼板有限元分析 SLABCAD	79
第8章	多塔楼、错层及设缝结构的分析	81
8.1	概述	81
8.2	多塔楼结构的设计	81
8.2.1	针对多塔结构的有关规定	81
8.2.2	多塔结构的特点	82
8.2.3	多塔结构计算模型	83
8.2.4	多塔结构补充定义	85
8.2.5	程序实现	87
8.2.6	应用注意事项	88
8.3	错层结构设计	89
8.3.1	针对错层结构的有关规定	89
8.3.2	错层结构的模型输入	89
8.3.3	错层结构的特点与程序实现	90
8.3.4	应用注意事项	91
8.4	设“缝”结构的设计	91
8.4.1	有关规定	91
8.4.2	结构特点	92
8.4.3	计算模型与程序实现	92
8.5	结构顶部小塔楼的设计	93
第9章	多高层结构的弹塑性分析	95
9.1	结构弹塑性分析的规范要求	95
9.2	弹塑性分析软件 EPDA&EPSA 简介	96
9.3	弹塑性动力分析软件 EPDA 功能实现	99

9.4	弹塑性静力分析软件 EPSA 功能实现	105
9.5	如何有效地使用弹塑性分析软件 EPDA&EPSA	109
第 10 章	非荷载作用	113
10.1	规范、规程相关规定	114
10.2	温度应力分析	114
10.2.1	分析情况	114
10.2.2	构件温差	116
10.2.3	程序实现	116
10.2.4	操作步骤	116
10.3	收缩分析	119
10.3.1	收缩相对变形和收缩当量温差	119
10.3.2	非标准条件的修正系数	120
10.3.3	程序实现	122
10.3.4	操作步骤	122
10.4	温差、收缩当量温差计算实例	122
10.4.1	最不利温差	123
10.4.2	收缩当量温差	123
10.4.3	综合计算温差	124
10.5	不均匀沉降分析	124
10.5.1	程序实现	124
10.5.2	操作步骤	125
第 11 章	带吊车荷载作用的结构设计	127
11.1	吊车荷载的计算模型	127
11.1.1	吊车荷载的计算	127
11.1.2	合理的计算模型	128
11.2	吊车荷载的定义方式	128

11.2.1	软件操作方式	128
11.2.2	吊车荷载说明	131
11.3	吊车作用效应的预组合	132
11.3.1	预组合目标	132
11.3.2	预组合工况	133
11.4	预组合内力与其他荷载效应的组合	135
11.4.1	荷载组合原则	135
11.4.2	基本组合	135
11.5	有吊车结构设计注意事项	137
11.6	采用平面杆系程序分析带吊车结构	138
11.6.1	计算模型	138
11.6.2	吊车荷载	139
11.6.3	柱计算长度	139
11.6.4	活荷载不利布置分析	139
11.6.5	传给基础吊车荷载效应	139
11.6.6	抽柱排架计算	139
11.6.7	地震作用计算	140
11.6.8	排架柱施工图设计	140
第 12 章	多层及高层钢结构分析	141
12.1	结构建模	141
12.1.1	钢柱的输入	141
12.1.2	钢梁的输入	142
12.1.3	钢支撑的输入	143
12.1.4	墙、楼板的输入	144
12.2	钢结构的分析	144
12.2.1	特殊构件和特殊风荷载的定义	144
12.2.2	刚性楼板与弹性楼板	145
12.2.3	钢结构的整体分析	145

12.2.4 钢结构的位移控制	146
12.3 钢构件的强度与稳定性验算	146
12.4 钢构件连接设计与施工图	148
12.5 特殊钢结构设计	149
12.5.1 轻钢屋面钢结构	149
12.5.2 楼顶有塔架房屋	149
参考文献	151

第1章 建筑结构分析中 楼板刚度的合理假定

1.1 概 述

当今的结构体系日趋多样化,出现了各种形式的多塔、错层、带转换层、板柱、楼板局部开大洞的结构类型,其平立面布置也越来越复杂,特别是北京申奥和上海申博的成功,使复杂的体育场馆越来越多。在这些复杂结构设计中,楼板刚度的合理简化已成为决定分析效率、精度乃至可靠性的一个重要因素。

对楼板刚度考虑方式以及考虑程度的不同,一方面,会在提高计算精度的同时带来因自由度的增多而使计算量大幅度地增加,导致计算效率降低;另一方面,有时也可能影响一些构件的设计结果,如出现钢筋混凝土梁的配筋减小等。在普遍采用 CAD 软件进行设计计算的今天,如何适当、合理地考虑楼板的刚度影响,是广大设计人员关注的重要问题之一。

为解决上述问题,我们在 SATWE、TAT 和 PMSAP 软件中实现了四种楼板简化假定:刚性楼板、弹性楼板 6、弹性楼板 3 和弹性膜的计算模式。在使用中用户可根据工程实际情况,灵活应用。对于同一个工程,可整体采用一种假定,也可采用几种不同的假定,追求的目标是精度、效率和分析结果实用性以及可靠性的最优组合。

不同楼板简化假定除影响整体结构的计算结果外,也影响楼

板本身的计算结果。但是因为 PMCAD 的楼板计算模块和复杂楼板有限元分析程序 SLABCAD 都不用 SATWE、TAT 或 PMSAP 的楼板计算结果,其楼板设计与采用那种楼板简化假定无关。而 PMSAP 因其自身具有楼板配筋设计功能,所以其楼板设计结果与楼板简化假定有关。

1.2 楼板刚度的各种假定

1.2.1 楼板的特点

在建筑结构中,楼板主要承受竖向荷载作用。由于楼板既有平面内刚度,又有平面外刚度,在水平力作用下,楼板对结构的整体刚度、竖向构件和水平构件的内力又有一定影响。

从理论上讲,楼板可以采用平板单元或壳单元来模拟。对于普通的楼板,一般来说其厚度不大,其变形满足直法线假定,平面内刚度和面外刚度相互独立,可以分别采用平面应力膜单元和板弯曲单元计算,然后进行应力叠加;若楼板厚度较大,如厚板转换层结构中的楼板,其变形不符合直法线假定,平面内刚度和面外刚度相关,这时就应采用中厚板单元或厚板单元模拟楼板。

1.2.2 有关规定

在构件内力分析和截面设计计算中,要尽可能按照结构的真实情况、特别应适当考虑楼板的具体特点进行结构分析,确保分析结果的精度。《建筑抗震设计规范》(GB 500011—2001)(以下简称《抗震规范》)第 3.4.3 条第 1 款的第 2 项规定,凹凸不规则或楼板局部不连续时,应采用符合楼板平面内实际刚度变化的计算模型,当平面不对称时,尚应计及扭转影响。

《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2002)(以下简称