

Design optimization

结构软件难点热点问题 应对和设计优化

Answer

陈岱林 等 著

中国建筑工业出版社

结构软件难点热点问题 应对和设计优化

陈岱林 等著

中国建筑工程工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

结构软件难点热点问题应对和设计优化/陈岱林等著. — 北京:
中国建筑工业出版社, 2014. 12
ISBN 978-7-112-17321-1

I. ①结… II. ①陈… III. ①建筑结构-计算机辅助-设计-
应用软件-研究 IV. ①TU311.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 226571 号

本书包括两大部分: (1) 提高结构性能避免安全隐患的若干计算改进; (2) 地基基础设计常见问题及优化设计。在第一部分中, 主要介绍了盈建科建筑结构计算软件 YJK 相对于传统结构计算软件所作出的若干计算改进, 以提高结构性能, 避免安全隐患。在第二部分中, 详细介绍了全新的基础设计软件 YJK-F 在应用中的常见问题及设计优化。

本书适用于建筑结构设计人员学习参考。

责任编辑: 王 梅 李天虹

责任设计: 董建平

责任校对: 陈晶晶 关 健

结构软件难点热点问题应对和设计优化

陈岱林 等 著

*

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

北京红光制版公司制版

北京同文印刷有限责任公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 28½ 字数: 712 千字

2014 年 11 月第一版 2014 年 11 月第一次印刷

定价: 66.00 元

ISBN 978-7-112-17321-1

(26103)

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)



前言

四年前，我和一批比我年轻得多的同事开始了重新创业的历程，同时，一批来自著名高校、知名软件企业的专业精英也纷纷加盟。我们都有一个共同的愿望：发挥综合优势，实现我们过去想做却没能实现的梦想，创办一个最具活力的软件企业。

经历了我们国家的建设发展最快的一二十年，基于这种宝贵的实践和丰富经验应该造就出世界领先水平的结构设计软件。我们坚持管理机制的创新带来技术的创新，并趁机丢弃落后的技术包袱，全面采用新技术，充满激情地为创造全新一代结构设计软件而努力。

我们立足于解决当前设计应用中的难点热点问题，广泛应用先进技术，填补大量需求空白，并全面提升软件的应用范围、规模、稳定性和计算速度。为了能够大幅提高设计师工作效率，我们加强了专业化、智能化方面的努力，同时在确保建筑工程质量安全的前提下，增加了优化设计，合理配筋，为节省工程造价做了大量改进。

盈建科建筑结构设计软件系统（YJK）是一个全面开放的建筑结构软件平台，开放接口文件。我们投入力量，和国内外一批主流结构软件全面接口，同时也和上、下游软件产品接口。我们与合作伙伴共同努力，为打通信息孤岛，让设计数据信息流最大程度重复使用，从而提高设计的整体效率。最终通过先进的 BIM 建筑信息模型技术为建设工程行业可持续发展提供长久支持。

如今，盈建科建筑结构设计软件（YJK）已经有了广泛的用户群，并通过 YJK 提供的接口，实现多个软件互相转换、计算、对比，通过多个力学模型共同解决设计中的各种问题。如今的设计实践表明，结构设计离不开好的结构软件的支持，不断改进的结构设计软件对结构设计质量、水平和效率的提高具有明显的推动作用。

本书是对我们这几年在提升、改进结构软件在设计计算功能方面的归纳和总结。书中讨论的问题涉及面广泛，既包括上部结构设计，又包括基础结构设计；既有民用建筑问题，又有工业建筑问题，并且它们都是目前软件应用中的薄弱环节。从本人从事结构软件开发二十多年的体会来看，这几年是结构软件提升幅度最大的几年。对于各种难点热点问题，本书从结构设计原理、相关规范规定、软件功能框图、应用效果分析等方面进行讲解，从而帮助结构设计人员深入理解和解决结构设计中碰到的大量常见问题。本书曾作为很多省市注册结构工程师培训的教材。

本书的基础设计部分由梁博博士执笔完成。

陈岱林

2014年9月

目 录

第一部分 提高结构性能避免安全隐患的若干计算改进

第 1 章 包络设计模式可综合考虑结构多种不利因素	3
1.1 包络设计的由来	3
1.2 多塔结构自动包络设计过程	3
1.3 少墙框架的自动包络设计	6
1.4 半自动包络设计方式	8
第 2 章 多模型联合串行计算模式应对规范不同计算条件要求	12
2.1 多模型联合串行计算模式应对规范不同计算条件要求	12
2.2 强刚模型与非强刚模型可集成计算	12
2.3 可对层间受剪承载力突变形成的薄弱层自动放大调整	13
2.4 位移计算时可采用连梁刚度不折减模型	14
2.5 自动计算最不利地震方向的地震作用	15
第 3 章 有限元和力学模型方面的若干概念	17
3.1 偏心刚域和刚性连接	17
3.2 局部振动识别和提示	20
3.3 求解规模和计算速度	21
3.4 荷载相关的 RITZ 向量法	23
3.5 整体结构的屈曲分析	24
3.6 考虑不同材料阻尼	25
3.7 地震波库与自动选波	26
3.8 重力二阶效应	26
3.9 弹性连接	27
3.10 经典膜单元(QA4)和改进型膜单元(NQ6Star)	28
第 4 章 消能减震设计和隔振设计	30
4.1 消能减震设计	30
4.2 隔震设计	33
4.3 非线性连接单元的动力性质	38
4.4 隔震计算与 Etabs 对比分析	40
4.5 某隔震工程设计过程	49
第 5 章 使用弹性板 3 (或 6)直接得出楼板配筋	56
5.1 以前软件弹性板计算的局限	56
5.2 上部结构计算中同时进行弹性楼板设计的改进	56

5.3	柱的受力可能增加	58
5.4	边墙边梁的面外弯矩增加	59
5.5	弹性板的配筋计算结果	60
5.6	考虑楼梯的计算后可给出梯板平台板配筋	61
第 6 章	优化设计节省材料的有效措施	62
6.1	当前软件主要问题	62
6.2	基础设计	63
6.3	地下室设计	65
6.4	梁	66
6.5	柱	72
6.6	剪力墙	75
6.7	剪力墙连梁	77
6.8	楼板	79
6.9	上部结构整体计算方面的优化改进措施	80
6.10	突出涉及优化的关键环节	86
6.11	开放接口并开发多种接口软件	87
6.12	软件即时统计混凝土和钢筋工程量	87
6.13	小结	88
第 7 章	剪力墙的自动组合截面配筋方法	89
7.1	剪力墙配筋设计存在的问题	89
7.2	规范要求对剪力墙的截面配筋应按照组合截面进行	89
7.3	两个对剪力墙自动按组合截面配筋的参数	90
7.4	剪力墙自动组合截面配筋过程	90
7.5	剪力墙组合配筋的原理	92
7.6	带边框柱剪力墙的配筋计算过程	94
7.7	对带边框柱剪力墙可使用改进膜元 NQ6Star	95
7.8	按组合截面方式配筋偏大的实例	96
7.9	大多数剪力墙结构按照组合墙配筋方式使边缘构件配筋量减少	97
第 8 章	广东高规的特色内容	99
第 9 章	指定施工次序计算	107
9.1	施工模拟 3 的基本概念	107
9.2	用户自定义构件施工次序	108
9.3	自动判定连续加载层数的情况	112
9.4	64 位下的施工模拟 3 的计算加速	116
第 10 章	活荷载折减适应多种活荷载类型	117
10.1	以前软件考虑活荷载折减的局限	117
10.2	在计算前处理中增加“活荷载折减”菜单可按单个构件设定不同的值	117
10.3	可对构件设置不同的活荷载效应折减系数	117
10.4	可对构件设置不同的活荷载重力荷载代表值系数	118

10.5	在 Wmass 结果文件中补充输出了活荷载未折减的质量	119
10.6	自定义荷载工况适应多种类型活荷载折减	119
第 11 章	自定义荷载工况和组合	121
11.1	建模中设置自定义工况菜单	121
11.2	计算前处理的计算参数菜单下设置荷载组合	122
11.3	自定义荷载工况的设计结果查看	125
11.4	筒仓结构的自定义贮料荷载组合	125
11.5	自定义荷载工况在活荷载折减的应用	128
11.6	自定义荷载工况组合时的荷载分项系数和组合系数	129
11.7	自定义恒荷载工况的应用	130
11.8	自定义风荷载和地震荷载等工况	131
第 12 章	复杂空间模型的输入和计算	132
12.1	空间结构菜单的作用是什么	132
12.2	把空间结构建模嵌入普通的楼层建模方式中的好处是什么	132
12.3	空间建模时“参照楼层”的作用是什么	133
12.4	空间轴线输入要点	133
12.5	工作基面的应用	134
12.6	空间建模中的构件输入和荷载输入	134
12.7	导入 AutoCAD 轴网	135
12.8	参数化输入空间桁架、网架、网壳、平面桁架	135
12.9	导到楼层菜单的作用	138
12.10	空间模型的计算前处理和计算	139
12.11	空间结构应用常见问题	139
12.12	某工程导入屋面空间结构操作详解	151
第 13 章	蒙皮导荷的应用	163
13.1	蒙皮的生成	163
13.2	蒙皮荷载导荷的关键要素	164
13.3	蒙皮操作常见问题说明	165
13.4	蒙皮面荷载	166
13.5	风荷载参数	167
13.6	蒙皮导荷	167
13.7	蒙皮的显示开关	168
13.8	下一步蒙皮功能应用	168
第 14 章	设置节点的弹簧刚度或者阻尼	169
14.1	节点约束的概念	169
14.2	节点约束相关操作和菜单	170
14.3	若干应用实例	171
14.4	节点之间设置阻尼减震或隔震	176
第 15 章	考虑楼梯对整体计算影响	178

15.1	楼梯计算模型	178
15.2	对比是否考虑楼梯对计算结果的影响	178
15.3	考虑楼梯后计算结果的变化不会出现异常	183
15.4	考虑楼梯构件与不考虑楼梯构件的包络设计	183
15.5	结构整体计算可给出楼梯本身配筋	184
第 16 章	多塔结构设计	186
16.1	基本概念	186
16.2	规范中的设计要求	186
16.3	多塔结构建模	186
16.4	多塔定义的必要性	187
16.5	自动定义多塔	188
16.6	多塔结构的综合质心	191
16.7	多塔结构的整体计算和分塔计算	191
16.8	程序自动进行整体计算和分塔计算	191
第 17 章	无梁楼盖设计	193
17.1	在建模中布置虚梁和柱帽	193
17.2	上部结构计算	195
17.3	柱上板带和跨中板带的基本概念	198
17.4	无梁楼盖的楼板配筋设计	199
17.5	无梁楼盖板施工图	202
17.6	各跨板带选筋方案	204
17.7	板带取整体模型下弹性板的配筋结果	205
17.8	加腋楼板设计	205
17.9	常见问题	206
第 18 章	现浇空心板建模和设计	210
18.1	在建模的楼板布置菜单下设置现浇空心板的布置菜单	210
18.2	对支撑现浇空心板的主梁的计算	213
18.3	对现浇空心板的计算提供了两种模型	215
18.4	在上部结构计算中嵌入现浇空心板的计算	216
18.5	交叉梁法和有限元法结果比较	217
18.6	与佳构软件 Strat 的结果比较	218
18.7	布置柱帽时的计算	222
18.8	空心楼盖体系施工图	222
第 19 章	斜剪力墙和圆锥筒形剪力墙	226
19.1	斜剪力墙的建模输入	226
19.2	斜墙的各种应用	227
19.3	圆锥筒形剪力墙的应用	232
第 20 章	筒仓结构设计	235
20.1	筒仓结构的建模	235

20.2	漏斗的输入	236
20.3	贮料荷载	238
20.4	贮料荷载的自定义活荷载组合	240
20.5	计算前处理	243
20.6	计算结果查看	244
20.7	部分筒仓实例	246
第 21 章	水池结构设计	247
21.1	水池结构的建模和计算要点	247
21.2	某综合水泵房设计	250
21.3	上部结构和基础的协同计算	252
21.4	地上及地下贮水结构的抗震设计	255
21.5	楼上游泳池的建模和计算	256
第 22 章	考虑石化框架设备的计算	260
22.1	石化设备的布置参数	260
22.2	力学计算模型	261
22.3	镂空框架的风荷载计算	262
第 23 章	对若干易造成安全隐患的计算方法分析及改进	264
第 24 章	计算后处理的特色功能	268
24.1	各类计算结果平面简图	268
24.2	扩充计算结果图的类型和功能	270
24.3	三维内力配筋图	275
24.4	单元等值线和云图	277
24.5	内力简图及等值线单元图中增加组合内力、预组合内力查看	279
24.6	工程对比	280
24.7	批量导图	284
24.8	自动生成送审报告	286
第 25 章	影响弹塑性动力时程分析的重点因素分析	287
25.1	柱、梁、剪力墙、楼板实配钢筋模型的合理转化	287
25.2	将次梁、悬挑梁等次要构件凝聚	289
25.3	开放的网格控制尺寸	289
25.4	合理本构关系的应用	290
25.5	后处理	290
25.6	使弹塑性动力时程分析计算便于普及应用	293
第 26 章	和各流行软件接口	296
26.1	YJK-Etabs 数据接口	297
26.2	YJK-Midas 数据接口	300
26.3	YJK-Staad 数据接口	303
26.4	Midas-YJK 数据接口	304
26.5	Etabs-YJK 数据接口	306

第二部分 地基基础设计常见问题及优化设计

第 27 章 基础设计基本流程及软件特点和优势	311
27.1 基础设计基本流程	311
27.2 YJK 基础软件的特点和优势	313
第 28 章 基础建模的主要特色	318
28.1 增强的地质资料输入	318
28.2 实现对 JCCAD 模型的自动转换	319
28.3 实现从 DWG 文件中直接导入各类基础构件	319
28.4 Revit 界面风格的集成化建模机制	320
28.5 自动辅助建模	321
28.6 复杂基础的建模	322
28.7 错层不等高基础的设计要点	324
28.8 一些实用的辅助功能	328
第 29 章 基础承载力设计常见问题及优化设计	331
29.1 作用于基础的荷载	331
29.2 荷载平衡校验方法	346
29.3 地基承载力特征值、基础埋深和覆土重	351
29.4 基础拉梁的设计流程和应用	354
29.5 联合基础设计计算特点	355
29.6 大平面复杂联合基础的承载力设计	356
29.7 计算结果内力位移云图的应用	367
第 30 章 基础截面尺寸和配筋设计优化	371
30.1 网格划分	371
30.2 基础配筋的处理	373
30.3 考虑上部结构和基础共同作用对基础计算分析的影响	376
30.4 筏板的补强钢筋	378
第 31 章 基础水浮力计算及防水板设计	380
31.1 水浮力计算	380
31.2 抗浮设计方法曲线性分析到非线性分析	382
31.3 非线性分析在 YJK 基础软件中的实现和应用	383
31.4 考虑抗拔锚杆的设计要点	386
31.5 防水板设计	390
第 32 章 基础冲切抗剪验算常见问题	400
32.1 如何采用合理的内筒冲剪计算模型, 避免盲目加大基础厚度	400
32.2 桩基承台、桩筏基础中柱冲跨比计算分析, 不能正确计算冲跨比的若干 错误分析	403
32.3 带边框柱、多肢组合墙的冲切计算及常见问题	410
32.4 梁筏的房间冲切验算	411

32.5	柱墩冲切	412
32.6	基于基础有限元计算结果的基础抗剪验算	413
第 33 章	基础沉降计算	417
33.1	概述	417
33.2	基本流程	417
33.3	基底附加压力、桩顶附加荷载	418
33.4	附加应力计算	420
33.5	沉降计算方法	424
33.6	基床系数沉降、位移与最终沉降	430
33.7	沉降的迭代计算	431
33.8	软弱下卧层对沉降计算的影响	435
33.9	后浇带对沉降计算的影响	436
第 34 章	基础施工图	438
34.1	基础施工图选筋原理	438
34.2	基础施工图归并原理	442
34.3	基础施工图钢筋优化要点	443

第一部分

提高结构性能避免安全隐患的若干计算改进

第1章 包络设计模式可综合考虑 结构多种不利因素

1.1 包络设计的由来

包络设计在这里一般指的是构件配筋的包络设计,即构件配筋时需要在两个或者多种计算模型中取大值的设计。如下是若干规范要求的取包络设计的例子:

多塔结构按照合塔与分塔状况分别计算并结果选大;

少墙框架结构中框架部分的地震剪力取框架、框剪两种结构计算较大值;

考虑楼梯的计算:其整体内力分析的计算模型应考虑楼梯构件的影响,并宜与不计楼梯构件影响的计算模型进行比较,按最不利内力进行配筋;

抗震性能设计:多遇地震计算和中震(或大震)弹性或中震(或大震)不屈服设计结果取大值设计;

刚性连接的上连体结构,当连接体楼板较弱时,进行带连体的完整模型和不带连体的分塔模型分别计算,然后包络取大。

由此可以看出,完整的结构设计,需要进行多种计算模型的计算,不同杆件在不同计算模型下的反应不同、设计结果不同,包络设计就是结构中的所有杆件在所有可能的计算条件下都应是安全的,因此必须取所有可能的计算条件下的最大值,即取包络的结果。这里讲的多种计算模型,可能是模型拆分的计算,或者考虑某些因素的计算,或者取用不同计算参数或者计算方法的计算等。在实际设计中需要考虑包络设计的情况还远不止这些。

包络设计的过程是个工作量很大的、非常繁琐的过程,靠人工做包络设计需要耗费大量工时。在实际的设计实践中,很多规范要求的包络设计,由于人共实现困难而不能得到落实,由此极可能造成安全隐患。即便人工勉强做的包络设计,也需要大量校对工作,否则将不可避免地出现差错。

在结构计算软件中增加包络设计功能,是提高设计质量、避免安全隐患的重要措施之一。

YJK 依靠全新的编程技术,完成了可解决以上各种包络设计问题的解决方案,同时,根据不同包络设计的特点,可以给用户提供两种包络设计模式:自动包络设计模式和半自动包络设计模式,半自动包络设计模式又可称为手动包络设计模式。

YJK 可对多塔结构和少墙框架结构提供自动包络设计方式。

1.2 多塔结构自动包络设计过程

《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3—2010(以下简称“《高规》”)第5.1.14条规

定：“对多塔楼结构，宜按整体模型和各塔楼分开的模型分别计算，并采用较不利的结果进行结构设计。”

我们将各塔楼离散开分别计算称为“分塔模型”计算，将各个塔楼连同底盘建模成一个整体模型计算称为“整体模型”计算。这两种计算方式都要采用，缺一不可，因为分塔模型与整体模型有着不同的计算目标或内容，且它们之间互相补充。

对于各个塔的周期比、位移比、剪重比、层间刚度比、层抗剪承载力比等采用分塔模型计算的结果；

对于处于底盘的地下室、裙房部分应采用整体模型的计算结果；

对于各个塔楼的构件配筋设计，应采用整体模型和分塔模型两者中较大的结果进行设计。

1. 程序自动进行整体计算和分塔计算

用户可将全部多塔连在一起整体建模，程序可自动实现按整体模型和各塔楼分开的模型分别计算，并采用较不利的结果进行结构设计。程序可对其中的每个塔按照规范的要求自动切分成单个塔，然后连续地分别进行各塔的单塔计算和全部多塔连在一起的整体计算，最终对各个单塔配筋设计时采用整体计算和各单塔计算的较大值。

具体操作步骤如下：

1) 在计算参数中作如下选择

选择自动划分多塔，划分多塔即定义多塔，这是分塔计算的前提。

选择自动划分多塔后应继续填写参数“自动划分多塔的起算层号”。程序隐含取裙房或者地下室的上一层为自动划分多塔的起算层号，该层号可由用户修改。程序以该层自动划分的塔数作为该结构最终划分的塔数。如果该层以上的某层中又出现了某个塔分离成多个塔的情况，程序仍将这些分离部分当做一个塔来对待。

选择“各分塔与整体分别计算，配筋取各分塔与整体计算结果较大值”（图 1-1）。这样程序将进行各个塔的离散化处理，程序可对其中的每个塔按照规范的要求自动切分成单个塔，每个分塔各包含底部模型，切分底部模型的范围是塔下 45° 范围。

如果不选择该项，则程序只进行整体模型的计算，不做各塔的拆分，也不做各分塔的分别计算。

2) 在计算简图菜单下查看各个分拆的塔模型

如果在计算参数中选择了“各分塔与整体分别计算，配筋取各分塔与整体计算结果较大值”，则在生成计算数据后，可在计算简图菜单下点取“自动分塔示意”（图 1-2），查看各个自动分拆后的单塔模型。

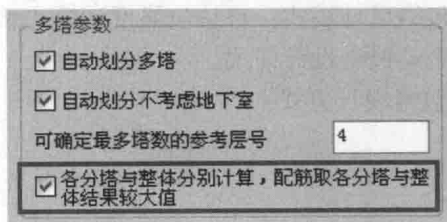


图 1-1

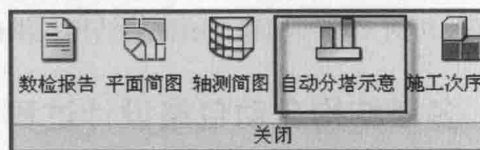


图 1-2

选择菜单中的某个塔号，软件在多塔的三维线框模型中将加亮该塔，其余部分用暗线显示（图 1-3）。

用户可以对各分拆的塔模型进行分拆范围的重新定义和修改。

3) 点取“计算”菜单

此后程序逐个进行各个分塔模型的计算，再进行整体模型的计算，最后对各个塔楼部分的每个构件选取分塔模型和整体模型计算结果的较大值。

程序计算的时间较长，屏幕随时提示正在计算的内容等。

4) 查看计算结果

整体计算结果存放在该工程主目录下，各分塔的计算结果存放在该目录的各个分塔的子目录下。程序提供菜单选择查看整体计算结果或者各个分塔的计算结果。

对于各个塔的周期比、位移比、剪重比、层间刚度比、层抗剪承载力比等应查看各分塔模型计算的结果；

对于处于底盘的地下室、裙房部分应查看整体模型的计算结果；

对于各个塔楼的构件配筋设计，既可在整体模型上查看，又可在分塔模型上查看，因为程序对于划分了塔的部分都采用整体模型和分塔模型两者中较大的配筋计算结果，并同时写在整体模型和分塔模型的子目录中。

这里应注意，不能对上连体结构做这种自动拆分的计算。

2. 自动取大结果的查看

选择了“各分塔与整体分别计算，配筋取各分塔与整体计算结果较大值”的多塔计算完成后，在计算结果的配筋菜单下将出现新的菜单“显示多塔取大构件”。该菜单的作用是在各层配筋简图上高亮显示哪些构件的配筋取值是来自单塔分别计算的结果，如图 1-4

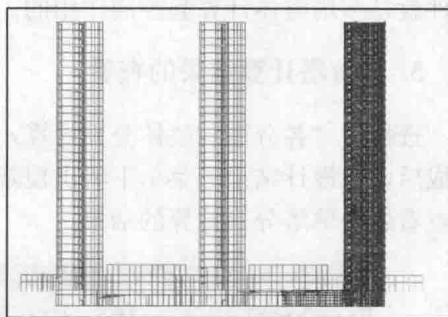


图 1-3

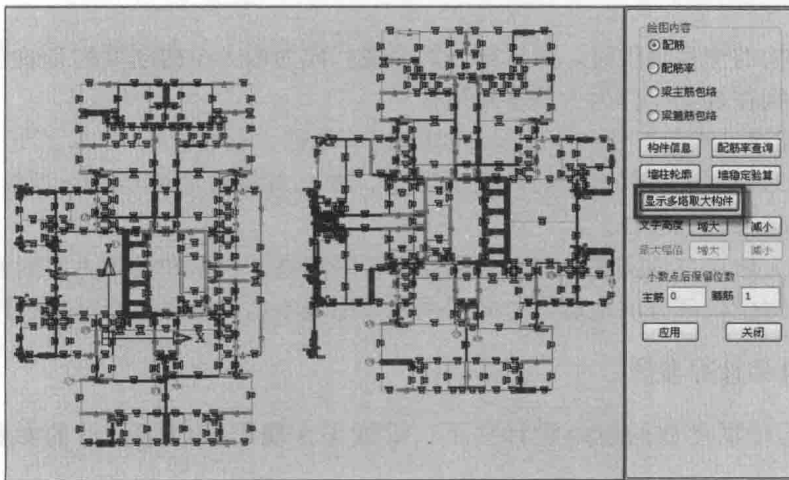


图 1-4

所示,在某层配筋简图下点击“显示多塔取大构件”菜单后,图上的一些构件被用粉色高亮显示,这些构件的配筋就是取值自该单塔单独计算的结果,反之图面上未被高亮显示的构件就是多塔整体计算起控制作用的。

3. 各分塔计算结果的查看

选择了“各分塔与整体分别计算,配筋取各分塔与整体计算结果较大值”的多塔计算完成后,在设计结果的菜单下将出现新的菜单“分塔数据”(图 1-5)。通过该菜单可以单独查看各个单塔分别计算的结果。

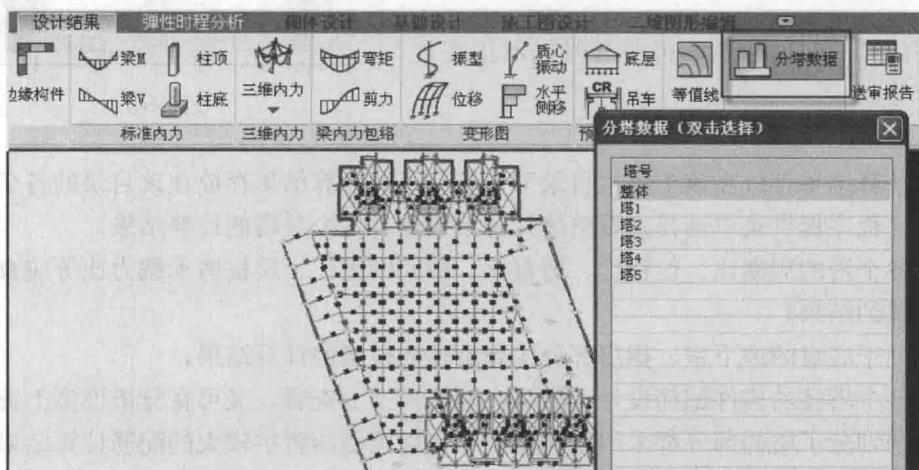


图 1-5

点击该菜单后将弹出整体和各塔塔号选择的对话框,选择某一项后,设计结果的所有菜单将显示某一单塔或者整体计算的结果。

从该菜单可以看出软件自动计算了塔数+1 遍,其中整体计算费时最长。

1.3 少墙框架的自动包络设计

当框架结构的位移超限时,配置部分剪力墙就成为增大结构刚度的有效办法,配置少量剪力墙的结构在规范上称为少墙框架结构。

《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010 (以下简称“《抗规》”) 6.2.13-4:“设置少量抗震墙的框架结构,其框架部分的地震剪力值,宜采用框架结构模型和框架-抗震墙结构模型二者计算结果的较大值。”

程序处理方法:自动实现按剪力墙刚度不折减的整体模型和按剪力墙刚度折减的模型分别计算,并对框架部分的地震剪力采用两种模型较不利的结果进行结构设计。

1. 少墙框架计算参数

在 YJK 的计算参数的包络设计栏下,设置了少墙框架包络设计的参数,如图 1-6 所示。

对于少墙框架,可在这里设置按照规范要求的包络设计,由于 YJK 对少墙框架按照