

BIM
软件系列教程

结构设计软件 高级实例教程

中国建设教育协会 组织编写
北京盈建科软件有限责任公司
深圳市斯维尔科技有限公司 编著

中国建筑工业出版社

BIM 软件系列教程

结构设计软件高级实例教程

中 国 建 设 教 育 协 会
北京盈建科软件有限责任公司
深圳市斯维尔科技有限公司

组织编写

编 著

中国建筑工程工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

结构设计软件高级实例教程/深圳市斯维尔科技有限公司编著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2013. 6

BIM 软件系列教程

ISBN 978-7-112-15518-7

I. ①结… II. ①深… III. ①建筑结构-结构设计-计算机辅助设计-应用软件-教材 IV. ①TU318-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 129485 号

责任编辑: 郑淮兵 杜一鸣

责任设计: 李志立

责任校对: 王雪竹 关健

BIM 软件系列教程

结构设计软件高级实例教程

中国建设教育协会 组织编写
北京盈建科软件有限责任公司
深圳市斯维尔科技有限公司 编 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
霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版
北京建筑工业出版社印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 19 字数: 460 千字

2013 年 10 月第一版 2013 年 10 月第一次印刷

定价: 55.00 元 (含光盘)

ISBN 978-7-112-15518-7
(24022)

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)

序 言

随着 CAD 技术和计算机网络技术的不断发展，建筑业正在经历向建筑信息模型（Building Information Modeling, BIM）的变革。BIM 是引领建筑业信息技术走向更高层次的一种新技术，它的全面应用，将为建筑业的科技进步产生无可估量的影响，大大提高建筑工程的集成化程度。同时，也为建筑业的发展带来巨大的效益，使设计乃至整个工程的质量和效率显著提高，成本降低。

BIM 建设是一项系统性工程，需要建设工程所有专业软件的全面兼容与配合。建筑结构设计作为 BIM 的重要组成部分，在整个建筑设计中占有非常重要的地位。盈建科软件（YJK）是基于 BIM 技术的完善的建筑结构设计整体解决方案。YJK 开放数据，与国内外主要建筑结构设计软件及平台软件数据互通。软件提供与 PKPM、Etabs、Midas、ABAQUS、AutoCAD、Revit、ArchiCAD、MicroStation、PDS、PDMS、探索者等软件模型数据的双向接口。

2012 年 5 月份“第三届斯维尔杯全国高校 BIM 软件建筑信息模型大赛”圆满结束。受 BIM 软件建筑信息模型大赛组委会委托，盈建科公司负责编制 BIM 系列丛书《结构设计软件高级实例教程》。

本书详细讲解了 YJK 建筑结构设计软件的每一个功能的使用方法，可以作为软件学习的用户手册。同时本书以一个实际工程为例，从三维建模、通用有限元计算到施工图自动生成的一体化结构设计全过程一步一步操作，全面详细讲解，你可以切身感受到用 YJK 软件做一个完整项目的全部流程。

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

因作者水平有限，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。

陈岱林

2012 年 8 月

内 容 简 介

YJK 建筑结构设计软件系统是一套全新的集成化建筑结构辅助设计系统，是以中国建筑结构设计软件行业首席专家、全国劳动模范陈岱林研究员为核心的建筑结构资深专家团队于 2011 年正式发布的。

YJK 主要针对当前普遍应用的软件系统中亟待改进的方面，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，特别是 2010 新规范大量新增需求的空白，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者工作效率，YJK 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，为减少配筋量、节省工程造价作了大量改进。

1) 基于 BIM 技术的全新三维 CAD 平台

高度集成化：Ribbon 风格的菜单，多模块集成，界面美观清晰。

突出三维化：突出三维特点的模型与荷载输入方式，在逐层建模方式的基础上增加了适应复杂模型的空间建模方式。

交互人性化：强大的即时帮助功能，在人机交互方面达到了一个全新的水平，学习零成本。

2) 基于通用有限元技术构架的全新快速求解器

技术先进：采用了偏心刚域、主从节点、协调与非协调单元、墙元优化、比例阻尼、节点约束、快速求解器等先进技术。

计算规模大：最多能计算 120~150 万自由度的模型，满足用户大型复杂结构的设计需求。

计算速度快：速度是传统软件的 3~5 倍。

稳定性强：经过数千次实际工程反复测试验证，得到了国家有关部门的质量认证，可靠性高，运行稳定。

3) 全新的上部结构计算软件

(1) 填补手工计算不可能完成的空白。改变人工多次反复计算为自动连续计算，避免关键规范计算要求的遗漏，并可有效避免用户的失误操作。多种包络计算，如对于多塔结构实现对合塔与分塔状况自动拆分、分别计算并结果选大；对少墙框架结构的框架部分自动按照二道防线模型计算；强制刚性板假定与非刚性板假定计算连续进行，同时完成规范指标计算和内力配筋计算等。

(2) 提供准确合理的计算模型。如对转换梁自动采用细分的壳元计算；对按照普通梁输入的连梁也自动采用细分的壳单元计算，从而和按照墙洞口方式输入的连梁设计结果相同；对剪力墙配筋、轴压比计算可考虑

墙的翼缘和边框柱范围自动按组合截面设计，采用双偏压或不对称配筋计算；对剪力墙连梁提供按照分缝连梁设计、配置斜向交叉钢筋等减少连梁内力或配筋的措施。

(3) 包括现浇空心板、复杂钢结构、工业建筑、复杂楼板、斜墙及复杂受力剪力墙、预应力等的设计计算。考虑复杂施工次序、自定义荷载工况设计等。

4) 全新的基础设计软件

(1) 不论何种基础形式，或是多种基础的混合布置，都是统一的建模、计算、结果三步主线清晰的操作。

(2) 采用和上部结构统一的通用有限元计算程序，自动划分单元，适应筏板、桩筏、复杂承台、墙下独基、地梁、拉梁等多种基础形式。

(3) 全面改进的冲切、抗剪计算，避免冲切计算不合理导致的筏板或承台加厚。

(4) 沉降计算可同时计算所有类型基础，并考虑互相影响，还可迭代进行。

(5) 有特色的防水板二次设计计算和抗拔桩设计计算。

(6) 计算结果内容全面、图文并茂，包含公式及中间变量。

5) 全面提升的施工图设计软件

钢筋混凝土结构的梁、柱、剪力墙、楼板、楼梯和基础的结构施工图辅助设计。

增加楼板和基础平法施工图；采用形文件标注文字；优选直径控制使自动选筋符合要求；单参修改提供了更加灵活的钢筋修改方式；配筋状况菜单提示实配和计算的比值；提供了截面注写和列表注写的多种画法；剪力墙施工图更加实用；每个施工图模块配置了钢筋工程量统计菜单；同时提供在 AutoCAD 下运行的 AutoCAD 版本的施工图设计。

6) 全面开放的建筑结构软件平台，完全放开接口数据库，一模多用的接口软件

YJK 软件系统和国内外流行的多种软件兼容或提供接口，如 Revit、PK-PM、Midas、Etabs、探索者、ABAQUS、PDS、PDMS、ArchiCAD 等。

7) 绿色环保结构设计，省钢筋

YJK 软件在满足规范要求 and 足够安全的前提下，采用合理计算方案，最大限度地节约材料和造价，实现绿色环保的建筑结构设计。例如：正确区分抗震构件和非抗震构件，优化设计，减少浪费；合理的基础冲切抗剪计算，减少基础厚度，节约材料。

目 录

第一章 软件主要功能	1
1.1 软件主要功能	1
1.2 主要技术特点	2
第二章 建筑模型输入	4
2.1 概述	4
2.1.1 建筑模型与荷载输入概述	4
2.1.2 主要特点	5
2.1.3 项目管理	8
2.1.4 模型荷载输入模块和其他模块的关系	9
2.2 菜单界面和基本操作	9
2.2.1 工作界面	9
2.2.2 各级 Ribbon 菜单说明	10
2.2.3 启动界面	12
2.2.4 文件类	13
2.2.5 右下部通用透明菜单	13
2.2.6 右下部模块常用菜单	14
2.2.7 楼层切换、全楼模型	15
2.2.8 即时帮助	16
2.2.9 鼠标的目标捕捉	16
2.2.10 鼠标的待命状态	16
2.2.11 重复命令操作	17
2.2.12 功能键定义	17
2.2.13 用户自定义快捷方式	17
2.2.14 工程文件的自动备份	18
2.2.15 工程打包	19
2.3 轴线网格	20
2.3.1 轴线网格的基本概念	20
2.3.2 轴网输入	21
2.3.3 绘图基本操作和工具	27
2.3.4 形成网点	32
2.3.5 轴线命名	32
2.3.6 正交轴网	33
2.3.7 圆弧轴网	34

2.3.8	轴网编辑	34
2.3.9	上节点高	34
2.3.10	清理网点	35
2.3.11	节点归并	36
2.3.12	测量	36
2.4	构件布置	36
2.4.1	概述	36
2.4.2	构件布置	40
2.4.3	本层构件属性定义	47
2.4.4	偏心对齐	48
2.4.5	构件的查看、显示和编辑修改	49
2.5	楼梯布置	52
2.5.1	楼梯输入内容不再包括楼层高度处的平台	52
2.5.2	按照平法施工图 11G101-2 规则输入	52
2.5.3	楼梯输入要点	53
2.5.4	梯间中自动生成的内容	55
2.5.5	楼梯的编辑修改和复制	56
2.5.6	楼梯计算模型	56
2.5.7	若干情况的处理	58
2.6	楼板布置	62
2.6.1	楼板布置	62
2.6.2	板上开洞	66
2.6.3	悬挑板	68
2.6.4	现浇空心板	69
2.6.5	楼板的层间复制	71
第三章	荷载输入	72
3.1	概述	72
3.1.1	荷载输入与导算	72
3.1.2	荷载导算与构件偏心	73
3.2	总信息	74
3.2.1	楼面恒活	74
3.2.2	导荷方式	75
3.3	恒载输入	75
3.4	活载输入	78
3.5	人防荷载输入	78
3.6	吊车荷载输入	79
3.6.1	吊车布置	79
3.6.2	查询修改	82
3.6.3	吊车删除	82

3.7	风荷载和地震荷载	82
3.8	荷载编辑	82
3.9	荷载导算及技术条件	83
3.9.1	荷载导算原则	84
3.9.2	活荷载折减	85
第四章	楼层组装	86
4.1	必要参数	86
4.2	楼层组装	87
4.3	广义层的概念	88
4.4	单层拼装	89
4.5	工程拼装	89
4.6	层间编辑	90
4.7	层间复制	90
4.8	整楼模型	90
4.9	节点下传	91
4.10	各层信息	92
4.11	模型检查	92
4.12	计算数检	94
4.13	模型退出时执行的选项	95
第五章	空间模型	96
5.1	空间模型的输入	97
5.1.1	参照的局部楼层	97
5.1.2	导入 AutoCAD 轴网	97
5.1.3	空间轴线输入	98
5.1.4	工作基面	98
5.1.5	构件输入	98
5.1.6	荷载输入	99
5.1.7	修改	99
5.1.8	删除	99
5.1.9	空间模型的显示	99
5.2	空间模型的计算前处理和计算	99
第六章	计算前处理	101
6.1	计算与设计参数	102
6.1.1	结构总体信息	102
6.1.2	计算控制信息	108
6.1.3	风荷载信息	113
6.1.4	地震信息	114

6.1.5	设计信息	120
6.1.6	活荷载信息	124
6.1.7	构件设计信息	125
6.1.8	材料信息	129
6.1.9	地下室信息	130
6.1.10	荷载组合	132
6.2	荷载简图与校核统计	133
6.2.1	平面导荷	134
6.2.2	竖向导荷	135
6.3	特殊构件定义	136
6.3.1	特殊梁	137
6.3.2	特殊柱	139
6.3.3	特殊支撑	141
6.3.4	特殊墙	141
6.3.5	板属性	143
6.3.6	节点属性	144
6.3.7	抗震等级	145
6.3.8	材料强度	146
6.3.9	本层删除/全楼删除	146
6.3.10	层间复制	147
6.3.11	三维状态下进行特殊构件定义	147
6.4	多塔定义	147
6.4.1	多塔参数	147
6.4.2	自动生成	148
6.4.3	分塔参数	148
6.4.4	多塔显示的三种方式	149
6.4.5	对多塔自动划分修改的几个菜单	149
6.4.6	多塔指定	149
6.4.7	遮挡定义	149
6.4.8	数据清空	150
6.5	楼层属性	150
6.5.1	楼层属性的修改	151
6.5.2	材料强度	151
6.5.3	施工次序	151
6.6	风荷载	152
6.6.1	自动生成	152
6.6.2	组号	152
6.6.3	选择横向、屋面系数	152
6.6.4	节点风荷载、梁上风荷载删改	153
6.7	柱计算长度	153

6.7.1	操作	153
6.7.2	柱计算长度自动生成技术条件	153
6.8	温度荷载	154
6.9	生成数据和数检	154
6.9.1	生成结构计算数据	154
6.9.2	数据检查文件	155
6.10	结构计算简图	155
6.10.1	平面简图	156
6.10.2	轴测简图	156
6.10.3	自动分塔示意	156
第七章	结构整体计算和构件内力配筋计算	157
7.1	操作步骤	157
7.1.1	计算菜单选项	157
7.1.2	计算过程说明	158
7.1.3	有局部振动模型的提示	159
7.2	分析结果的图形显示	160
7.2.1	编号简图	160
7.2.2	配筋简图	164
7.2.3	轴压比简图	169
7.2.4	梁弹性挠度简图	170
7.2.5	边缘构件简图	170
7.2.6	标准内力简图	171
7.2.7	三维内力图	172
7.2.8	梁设计内力包络图	172
7.2.9	振型图	172
7.2.10	单工况位移三维简图	173
7.2.11	结构各层质心振动简图	173
7.2.12	楼层水平侧移简图	174
7.2.13	底层柱、墙最大组合内力简图	174
7.2.14	吊车荷载预组合内力简图	175
7.2.15	模型切换	175
7.3	分析结果的文本输出	176
7.3.1	结构设计信息 (wmass.out)	176
7.3.2	周期、振型与地震作用输出文件 (wzq.out)	181
7.3.3	结构位移输出 (wdisp.out)	183
7.3.4	标准内力文件 (wwni*.out)	184
7.3.5	配筋文件 (wpj*.out)	187
7.3.6	超限信息文件 (wgcpj.out)	199
7.3.7	底层最大组合内力 (wdcnl.out)	206

7.3.8	薄弱层验算文件 (wbrc.out)	207
7.3.9	倾覆弯矩及 $0.2V_0$ 调整 (wv02q.out)	208
7.3.10	剪力墙边缘构件输出文件 (wbmb*.out)	210
7.3.11	吊车荷载预组合内力输出文件 (wcrane*.out)	211
7.3.12	地下室外墙详细计算结果输出文件 (dxswq*.out)	212
第八章	实例工程	214
8.1	上部结构模型荷载输入	215
8.1.1	启动 YJK	215
8.1.2	基本概述	216
8.1.3	创建轴网	217
8.1.4	构件布置	217
8.1.5	本层信息	223
8.1.6	楼板布置	223
8.1.7	荷载输入	224
8.1.8	输入其他标准层	227
8.1.9	楼层组装	233
8.2	上部结构计算	235
8.2.1	计算参数定义	236
8.2.2	荷载校核	237
8.2.3	特殊构件定义	237
8.2.4	生成计算数据及数检	239
8.2.5	计算	239
8.3	上部结构设计结果	239
8.3.1	图形结果查看	240
8.3.2	文本结果查看	245
8.4	上部结构施工图	246
8.4.1	板施工图	247
8.4.2	梁施工图	256
8.4.3	柱施工图	261
8.4.4	剪力墙施工图	263
8.5	基础建模	269
8.5.1	地质资料	270
8.5.2	参数设置	272
8.5.3	荷载	272
8.5.4	筏板布置	273
8.5.5	柱墩布置	276
8.5.6	独立基础布置	277
8.5.7	拉梁布置	279
8.5.8	基础建模效果图	280

8.6 基础计算	281
8.6.1 计算参数	281
8.6.2 生成数据	282
8.6.3 简图	282
8.6.4 上部荷载	283
8.6.5 计算分析	285
8.6.6 计算结果	285
8.7 基础施工图	290
8.7.1 通用编辑的设置	290
8.7.2 新绘底图	290
8.7.3 标注轴线及插入图名和图框	291
8.7.4 选筋标注	291
8.7.5 基础施工图结果	291
8.7.6 基础钢筋量统计	292

第一章 软件主要功能

1.1 软件主要功能

本程序是为多、高层建筑结构计算分析而研制的空间组合结构有限元分析设计软件，适用于各种规则或复杂体型的多、高层钢筋混凝土框架、框剪、剪力墙、筒体结构，以及钢-混凝土混合结构和高层钢结构等。

建模功能主要是：人机交互方式逐层建模；二维、三维结合的建模方式；自动导算荷载，建立恒活荷载库；计算次梁、主梁及承重墙的自重。为各种计算模型及施工图等提供计算所需数据文件；多塔结构的自动划分；全新模型数检功能等。

程序采用空间杆单元模拟梁、柱及支撑等杆件，用在壳元基础上凝聚而成的墙元模拟剪力墙。墙元是专用于模拟多、高层结构中剪力墙的，对于尺寸较大或带洞口的剪力墙，按照子结构的基本思想，由程序自动进行细分，然后用静力凝聚原理将由于墙元的细分而增加的内部自由度消去，从而保证墙元的精度和有限的出口自由度。这种墙元对剪力墙的洞口（仅考虑矩形洞）的大小及空间位置无限制，具有较好的适用性。较好地模拟工程中剪力墙的实际受力状态。对于弹性楼板也采用凝聚内部节点、只保留出口节点的做法。

采用通有限元的技术架构，力学计算与专业设计分离管理。计算前处理中包含了大量的专业性的预处理，中间部分是核心力学计算，后面得到计算内力位移后根据规范和设计的要求完成一系列专业计算。最终得到以截面配筋为主要内容的设计结果。分离管理保证了力学计算可采用通用的技术处理方案，并充分跟踪国内外先进技术的发展和改进。

合理应用偏心刚域；偏心刚域应用于梁、柱、墙之间的偏心，应用于上下柱、上下墙之间的偏心，以及转换梁上托墙与梁之间的偏心处理。有的程序对于偏心采用大截面尺寸模拟的刚性杆连接，常造成计算异常的结果。偏心刚域的合理使用避免了计算异常、保证了计算精度。

合理应用主从节点；建筑模型中不可避免地会出现大量的短墙或短

梁, 这些短梁、短墙直接用于力学计算可能引起计算异常、加大计算误差。我们采用主从节点连接处理, 有效改善了计算精度和计算稳定性。

协调与非协调单元技术; 上下层剪力墙之间、上下层墙洞口之间的不同布置造成上下层之间节点的不对应, 同层之间的层间梁、错层墙及墙洞口布置的不对应造成墙左右的节点不对应。这些不对应状况在单元划分时可能造成墙计算单元形状异常或出现大量三角形单元, 这些单元的出现可能降低计算精度、加大计算误差。为此, 本程序在单元划分时对于距离小于某一定值的节点采用不协调单元处理, 从而保证大多数单元的划分质量。

采用的快速求解器是应用国际领先技术、历经多年研制的, 经大量计算工程实践, 计算结果稳定, 计算速度比其他软件快一到几倍, 计算容量规模是其他软件的几倍。

1.2 主要技术特点

本软件的主要技术特点如下:

(1) 多模块集成的自主平台, 采用先进的 Direct3D 图形技术和 Ribbon 风格, 并广泛吸收了当今 BIM 方面的领先软件 Revit 和 AutoCAD2010 图形交互界面和技术。

(2) 在全面继承逐层建立模型方式的基础上, 同时提供了三维建模方法, 并使二维和三维两种方式密切融合, 互相补充, 从而使建模更方便、直观、易学、高效, 并广泛拓展到复杂建筑模型的建模应用。

(3) 全面应用的 Undo、Redo 机制, 方便的模型编辑修改, 专业的荷载输入和管理, 细致周到的模型检查。

(4) 建筑模型向计算模型的转换更加智能, 建模和计算状态即时切换从而效率大大提高; 全新的有限元墙单元自动划分方法; 多塔结构自动划分; 计算风荷载更加精细准确。

(5) 采用通用有限元的技术架构, 力学计算与专业设计分离管理, 合理应用偏心刚域、主从节点、协调与非协调单元等技术, 领先的快速求解器, 计算稳定性和计算规模大大增加。

(6) 采用新规范编制。专业化、智能化特点突出, 如强制刚性板假定与非刚性板假定集成进行, 同时完成规范指标计算和内力配筋计算, 对转换梁、连梁自动采用墙单元, 高效率的施工模拟计算和用于基础设计的上部刚度凝聚计算, 准确的重力二阶效应计算, 对于多塔结构自动实现对合塔与分塔状况自动计算选大, 对剪力墙连梁的非地震作用工况和地震作用工况分别采用连梁不折减和折减的刚度矩阵计算, 边缘构件自动生成, 墙的轴压比计算考虑组合墙肢等。程序还具有局部人防, 吊车荷载、活荷载不利布置、弹性支座和支座位移等计算功能。

(7) 程序可应用于各种类型的工业与民用建筑工程，包括框架、框剪、剪力墙、框筒、复杂高层、构筑物、钢结构、特种结构等，在复杂高层中用于多塔结构、上连体结构、加强层、转换层、群房、地下室等结构类型的设计。

(8) 本软件和国内外流行的各种软件兼容或提供接口，如 PKPM、Etabs、Midas、ABAQUS、AutoCAD、Revit、ArchiCAD、MicroStation、PDS、PDMS、探索者等。

第二章 建筑模型输入

2.1 概述

2.1.1 建筑模型与荷载输入概述

模型输入的过程是：逐层建立各个标准层模型，再统一组装成全楼模型。

程序以逐层建模方式为主，对于难于用楼层建模的部分辅助以空间建模方式。

以逐层建模方式就是对于建筑分层建模，再统一组装。这是因为在建筑中，层的概念十分清晰，结构设计一般以层作为基本单元。

使用本程序建模应首先搞清标准层和自然层的概念。

软件结构建模时的层称为“标准层”，即当结构中多个楼层的平面布置、荷载布置、层高等完全相同时，对这几个楼层只需输入为一个标准层，在楼层组装时，可以将这个标准层布置在若干个楼层上。这样做可以简化用户的建模输入。

在全楼模型中的各个楼层称为自然层，每个自然层主要是它的层号，即它从下到上顺序排列的序号，还有它的名称，名称是它的建筑楼层属性，如地下2层，地下1层，地上1层等，对于自然层的名称属性程序可以自动生成。

标准层和自然层可以一一对应，但为了简化输入过程，用户常将一个标准层对应于多个自然层。一个标准层对应于多个自然层时，当某一个标准层被修改后，在全楼模型中对应于该标准层的各个自然层可以联动变化。

绝大多数实际工程模型都存在多个标准层，但除第一个标准层外，其余标准层的建立一定是在已有楼层上全部或局部复制后，再在其上补充修改，这样保证了上下层节点网络的自动继承。

一般建模过程如下：

(1) 轴线布置。程序提供圆弧轴网、正交轴网、轴线布置等轴网布置方式。只有轴线或网格线的地方才能布置构件。详细介绍参见本章2.3节。