

midas **Building**

工程实例分析

与 疑问解答



北京迈达斯技术有限公司 编写

中国建筑工业出版社

013029562

TU311-39

03

midas Building 工程实例分析与疑问解答

北京迈达斯技术有限公司 编写



TU311-39
03

中国建筑工业出版社



北航

C1635409

013052285

图书在版编目 (CIP) 数据

midas Building 工程实例分析与疑问解答/北京迈达
斯技术有限公司编写. —北京: 中国建筑工业出版社,
2013. 1

ISBN 978-7-112-14882-0

I. ①m… II. ①北… III. ①建筑结构-结构分
析-应用软件 IV. ①TU311-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 268915 号

midas Building 为北京迈达斯技术有限公司开发的基于三维的建筑结构分析和设计软件, 包括了结构大师 (Structure Master)、基础大师 (Foundation Master)、绘图师 (Building Drawer) 和建模师 (Building Modeler) 四个主要模块, 内含楼板详细分析、静力弹塑性分析、动力弹塑性分析、性能设计、强柱弱梁验算、自动校审等高端分析和特色功能模块。由于该软件在建模上的直观性和方便性、参数结果的开放性、与其他程序的兼容性、弹塑性分析的方便性等功能特点, 自面世以来, 即受到了广大工程师的青睐, 并广泛应用于实际工程之中。

本书汇集了北京市院、甘肃省院、江苏省院、浙江省院、中建国际、深圳奥意、深圳华森、中国汉嘉和北京时空筑城等国内各大设计院近一年来所承担的一批重点工程项目, 项目类型涉及商业办公楼、住宅楼、公共建筑及工业建筑等, 作者为各设计院总工或骨干工程师, 主要介绍了 midas Building 在这些工程项目中的应用。希望本书能对广大工程设计人员和高等院校土木专业师生有所帮助。

* * *

责任编辑: 张伯熙 刘瑞霞

责任设计: 李志立

责任校对: 王誉欣 赵颖

midas Building 工程实例分析与疑问解答

北京迈达斯技术有限公司 编写

*

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

北京市密东印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 25 字数: 620 千字

2013 年 1 月第一版 2013 年 1 月第一次印刷

定价: 58.00 元

ISBN 978-7-112-14882-0

(22955)

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

midas Building 为北京迈达斯技术有限公司开发的基于三维的建筑物结构分析和设计软件，包括了结构大师、基础大师、绘图师和建模师四个主要模块。midas Building 采用了最新的计算机技术、图形处理技术、有限元分析技术及结构设计技术，为用户提供了全新的建筑物结构分析和设计一站式解决方案。同时，为配合三本新规范（《建筑抗震设计规范》（GB 50011—2010）、《混凝土结构设计规范》（GB 50010—2010）及《高层建筑混凝土结构技术规程》（JGJ 3—2010））的实施，midas Building 在同类软件中率先贯入了三部规范的修订内容。

由于 midas Building 在建模上的直观性和方便性、参数结果的开放性、与其他程序的兼容性、弹塑性分析的方便性等功能特点，自面世以来，即受到了广大工程师的青睐，并广泛应用于实际工程之中。

本书汇集了北京市院、甘肃省院、江苏省院、浙江省院、中建国际、深圳奥意、深圳华森、中国汉嘉和北京时空筑城等国内各大设计院近两年来所承担的一批重点工程项目，结构类型涉及框架结构、剪力墙结构、框架-剪力墙结构、框架-核心筒结构、框支剪力墙结构和其他复杂的高层结构。内容涉及抗震分析和设计、高层结构复核、静力弹塑性分析和动力弹塑性分析、楼板详细分析、高层结构选型等，希望能对广大设计人员进行工程结构设计提供参考和帮助。

本书的第二部分为近两年来工程技术人员在使用软件过程中经常遇到的问题及其解答。内容涵盖了 PKPM 导入、建模、施加荷载、设定边界条件、分析设置、结果查看、弹塑性分析及绘图师等问题的解答，可以为结构设计人员或土木专业师生学习软件时提供帮助。

本书由北京迈达斯技术有限公司侯晓武工程师担任主编，桂满树、高德志、姜毅荣和罗燕等担任主审。第 1 章概述由侯晓武编写，第 2 章到第 7 章工程实例的作者为国内各大设计院的院长、总工和骨干工程师。第 8 章常见问题解答的作者为北京迈达斯技术有限公司技术人员，包括赵继、王宇、荣萌、林丹、金海龙、梁丽聘、刘丽珍、王晓月、李元鑫、李斌、王静、唐姗姗、余鑫、马晓、黄国辉、赵磊、张黎黎、秦明、欧盛等。此外，产品宣传部玉苏云·那斯尔、崔成吉和张剑等为该书进行了美化和封面设计等工作。北京迈达斯技术有限公司建筑部的同事在该书编写过程中，也给予了大力帮助，并提出了很多宝贵意见。在此，对他们的辛苦工作一并表示感谢。

由于编者水平有限，加之时间仓促，内容难免出现疏漏和错误，敬请广大读者批评指正。有任何疑问和建议请与编者联系：hwx@midasuser.com。

2012 年 8 月于北京

目 录

1 概述	1
1.1 midas Building 简述	1
1.2 midas Building 新修订内容	5
2 框架结构实例分析	8
2.1 midas Building 在淮阳县三馆一中心剧院项目中的应用	8
2.2 上海凌空 11-3 地块 9 号楼结构设计	13
2.3 吉首至怀化高速公路房建工程吉怀监控分中心综合楼	25
2.4 蝴蝶泉商业会所 A 号楼结构设计	27
3 框架-剪力墙结构实例分析	33
3.1 华鸿·红星美凯龙国际商业广场北区结构设计	33
3.2 立白大厦主塔楼结构工程设计	44
3.3 辽宁某酒店项目结构工程设计	49
3.4 金博二期宿舍楼项目结构工程设计	54
3.5 北京市房山区文化活动中心文化馆结构工程设计	59
3.6 火力发电厂钢筋混凝土结构主厂房地震反应分析	64
3.7 宜昌三峡国际会展中心结构设计	71
4 框支剪力墙结构实例分析	85
4.1 宁波环球城商业地块 4 号、5 号楼设计	85
4.2 中山星汇隼庭住宅项目结构设计	107
4.3 粤海·番禺丽江花园百事佳项目结构设计	114
4.4 恒裕滨城花园一期工程设计	125
5 剪力墙结构实例分析	132
5.1 于家堡金融区起步区项目 03-06 地块结构工程设计	132
5.2 重庆陶家公共租赁住房项目结构工程设计	138
5.3 杭州天阳滨江项目一号楼超限设计	142
6 框架-核心筒结构实例分析	174
6.1 大连某大厦项目结构工程设计	174
6.2 鄂尔多斯维多利亚摩尔城项目结构抗震设计	195

6.3	厦门海峡明珠广场项目结构工程设计	204
6.4	佳兆业三期项目结构工程设计	215
6.5	苏州中心广场(南区)7号酒店楼静力弹塑性分析	229
6.6	鹏润达商业广场结构超限设计	240
6.7	杭政储出2005(70)号地块项目结构工程设计	283
6.8	天津盛世鑫和4号地办公楼项目结构工程设计	291
6.9	续建工程结构设计整体分析	300
7	复杂高层实例分析	309
7.1	midas Building 在超高层建筑结构设计中的应用	309
7.2	镇江苏宁广场项目东塔楼结构设计	322
8	疑问解答	338
8.1	PKPM 导入问题	338
8.2	建模问题	340
8.3	边界及荷载问题	366
8.4	分析设置	370
8.5	结果问题	376
8.6	弹塑性分析	386
8.7	绘图师问题	389
8.8	其他问题	392

1 概述

1.1 midas Building 简述

midas Building 为北京迈达斯技术有限公司开发的基于三维的建筑物结构分析和设计软件，包括了结构大师 (Structure Master)、基础大师 (Foundation Master)、绘图师 (Building Drawer) 和建模师 (Building Modeler) 四个主要模块。其中，建模师为三维结构模型自动生成系统；结构大师是基于三维的结构分析和设计系统；基础大师为基于三维的基础分析与设计系统；绘图师是上部结构和基础分析与设计系统；绘图师是上部结构和基础施工图自动生成系统。midas Building 采用了最新的计算机技术、图形处理技术、有限元分析及结构设计技术，为用户提供了全新的建筑物结构分析和设计一站式解决方案。

midas Building 软件中应用了很多全新的分析和设计技术，主要包括：

1. 全新的建模技术：建筑图的自动识别技术，铺建筑底图建模技术等 (图 1.1-1 和图 1.1-2)；

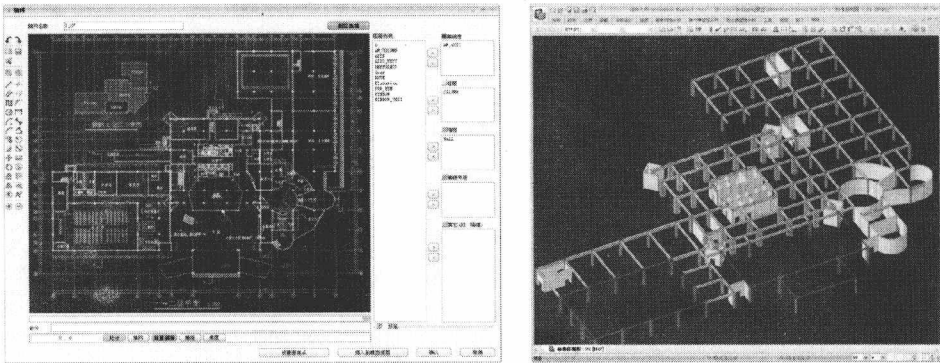


图 1.1-1 铺建筑底图建模

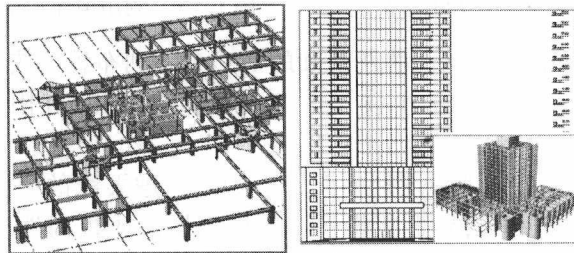


图 1.1-2 利用建模师辅助建模

2. 全新的抗震分析技术：由振型参与质量系数自动确定振型数量（图 1.1-3），自动选波及校审功能（图 1.1-4），准确计算最不利地震作用方向等；



图 1.1-3 自动计算振型数量

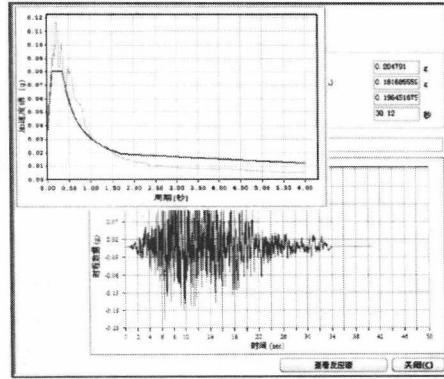


图 1.1-4 自动选波及校审

3. 全新的非线性分析技术：全新的带洞口的非线性剪力墙单元，自动生成弹塑性分析数据（图 1.1-5），利用构件的实际配筋结果计算非线性铰特性值功能（图 1.1-6）；

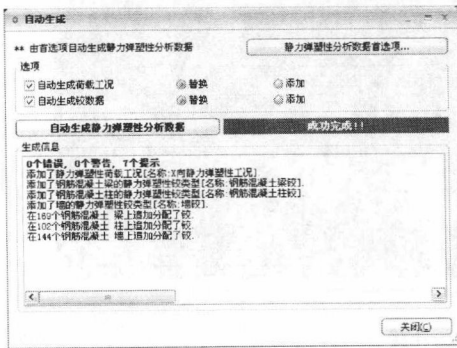


图 1.1-5 一键式生成弹塑性分析数据

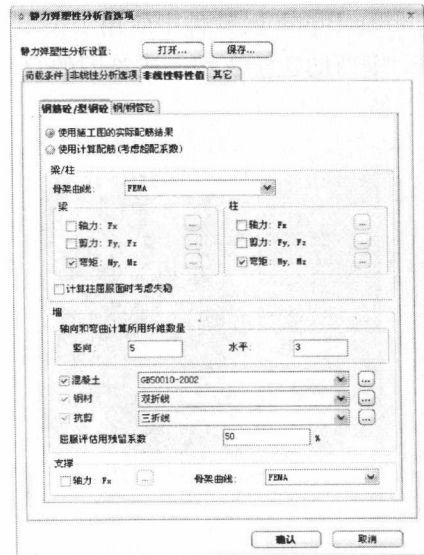


图 1.1-6 利用构件实际配筋计算塑性铰特性值

4. 全新的分析技术：梁、柱、墙及基础的活荷载不利布置，按梁单元建模→按板单元分析→按梁设计的转换梁设计技术，剪力墙和楼板的有限元详细分析技术等（图 1.1-7）；

5. 全新的设计技术：圆弧墙设计（图 1.1-8），考虑翼缘的剪力墙设计，任意截面柱设计，有限元导荷及分析的异形板设计，按压弯构件或板构件设计地下室外墙技术（图 1.1-9），任意形状的独立基础设计（图 1.1-10）各种人防构件设计（图 1.1-11）等；

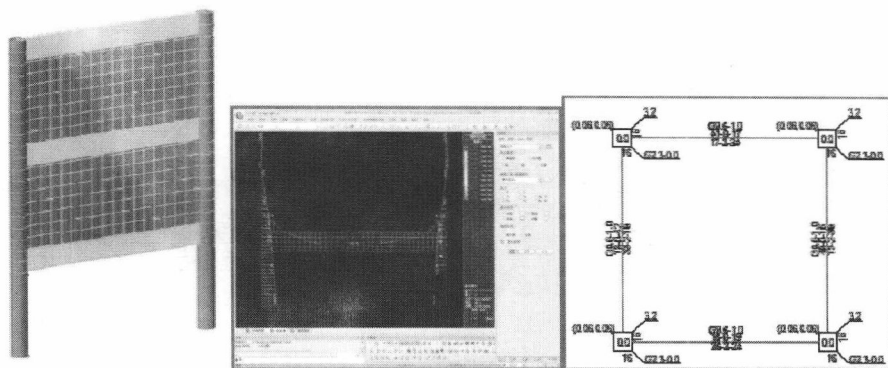


图 1.1-7 转换梁的建模、分析与设计

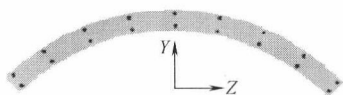


图 1.1-8 弧形墙设计

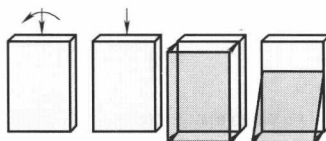


图 1.1-9 地下室外墙设计

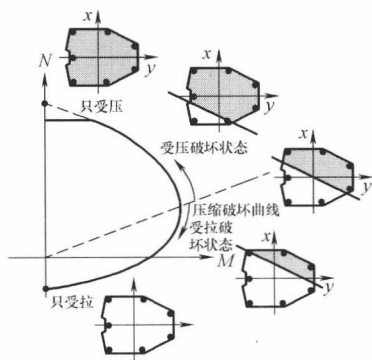


图 1.1-10 任意形状柱的设计

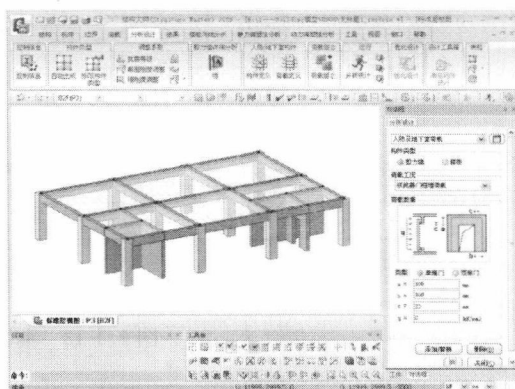


图 1.1-11 人防设计

6. 全新的基础分析和设计技术：桩基变刚度调平设计，全面考虑地下水浮力的设计、防水板的设计，与三维地质图联动分析，考虑上部结构刚度的分析，有限元分析板带法整理内力技术等；

7. 全新的施工图功能：开放用户优选钢筋库（图 1.1-12），为限额设计提供选钢筋方案的优化功能，单位用钢量的统计（图 1.1-13 和图 1.1-14）、方便快捷的编辑功能，全面支持上部结构和基础的施工图绘制，按实配钢筋进行验算的功能、批量输出施工图功能等；

8. 全新的校审功能：对荷载、截面和结构布置、分析结果、设计结果、施工图的正确性及经济性、基础设计的合理性进行专家水准的校审，可以按规范的强条、构造要求及设计经验自动校审，可以准确定位错误及超限构件并给出超限信息，最后输出专家水准的审核报告（图 1.1-15）。



图 1.1-12 优选钢筋库

混凝土工程统计表

楼层	建筑面积(m ²)	板(m ³)	梁(m ³)	柱(m ³)	支撑(m ³)	剪力墙(m ³)	折算厚度(m/m)
1F	2401.7	360.3	801.7	248.3	0.0	3645.2	2.1
2F	2401.7	360.3	801.7	248.3	0.0	3645.2	2.1
3F	2401.7	360.3	801.7	248.3	0.0	3645.2	2.1
4F	2401.7	360.3	801.7	248.3	0.0	3645.2	2.1
5F	1495.5	224.3	375.3	172.8	0.0	3519.3	2.9
6F	1495.5	224.3	375.3	172.8	0.0	3519.3	2.9
7F	1495.5	224.3	375.3	172.8	0.0	3519.3	2.9
8F	1495.5	224.3	375.3	172.8	0.0	3519.3	2.9
9F	1495.5	224.3	375.3	172.8	0.0	3519.3	2.9
10F	1495.5	224.3	375.3	172.8	0.0	3519.3	2.9
11F	1495.5	224.3	375.3	172.8	0.0	3519.3	2.9
12F	1495.5	224.3	375.3	172.8	0.0	3519.3	2.9
13F	1495.5	224.3	375.3	172.8	0.0	3519.3	2.9
14F	1495.5	224.3	375.3	172.8	0.0	3519.3	2.9
15F	171.4	25.7	9.0	20.2	0.0	729.2	4.6
合计	24732.9	3709.9	6968.8	2741.2	0.0	50502.6	2.6

图 1.1-13 混凝土工程量统计

钢筋工程统计表

比较选筋方案: mi dan02 比较

楼层	建筑面积(m ²)	板(t)	梁(t)	柱(t)	支撑(t)	剪力墙(t)	含钢量(kg/m ²)
B1F	4026.0	62.8/62.8	26.0/26.0	50.0/50.0	0.0/0.0	80.1/80.1	54.4/54.4
1F	3874.8	81.0/78.0	42.6/42.6	35.5/35.5	0.0/0.0	78.5/78.5	61.3/60.5
2F	3759.9	79.3/77.0	42.6/42.6	35.4/35.4	0.0/0.0	77.3/77.3	62.4/61.8
3F	3125.4	71.2/69.9	42.8/42.8	31.7/31.7	0.0/0.0	72.1/72.1	69.7/69.3
4F	1237.8	23.5/22.4	19.5/19.5	2.8/2.7	0.0/0.0	29.2/29.2	60.6/59.6
5F	1237.8	23.5/22.4	19.5/19.5	2.8/2.7	0.0/0.0	29.2/29.2	60.6/59.6
6F	1237.8	23.5/22.4	19.5/19.5	2.8/2.7	0.0/0.0	29.2/29.2	60.6/59.6
7F	1237.8	23.5/22.4	19.5/19.5	2.8/2.7	0.0/0.0	29.2/29.2	60.6/59.6
8F	1237.8	23.5/22.4	19.5/19.5	2.8/2.7	0.0/0.0	29.2/29.2	60.6/59.6
9F	1237.8	23.5/22.4	19.5/19.5	2.8/2.7	0.0/0.0	29.2/29.2	60.6/59.6
10F	1237.8	23.5/22.4	19.5/19.5	2.8/2.7	0.0/0.0	29.2/29.2	60.6/59.6
11F	1237.8	23.5/22.4	19.5/19.5	2.8/2.7	0.0/0.0	29.2/29.2	60.6/59.6
12F	1237.8	23.5/22.4	19.5/19.5	2.8/2.7	0.0/0.0	29.2/29.2	60.6/59.6
13F	1237.8	23.5/22.4	19.5/19.5	2.8/2.7	0.0/0.0	29.2/29.2	60.6/59.6
14F	1237.8	23.5/22.4	19.5/19.5	2.8/2.7	0.0/0.0	29.2/29.2	60.6/59.6
15F	1237.8	23.5/22.4	19.5/19.5	2.8/2.7	0.0/0.0	29.2/29.2	60.6/59.6
合计	34904.9	679.2/655.4	465.7/465.7	197.1/196.4	0.0/0.0	784.5/784.5	60.9/60.2

图 1.1-14 钢筋工程量统计

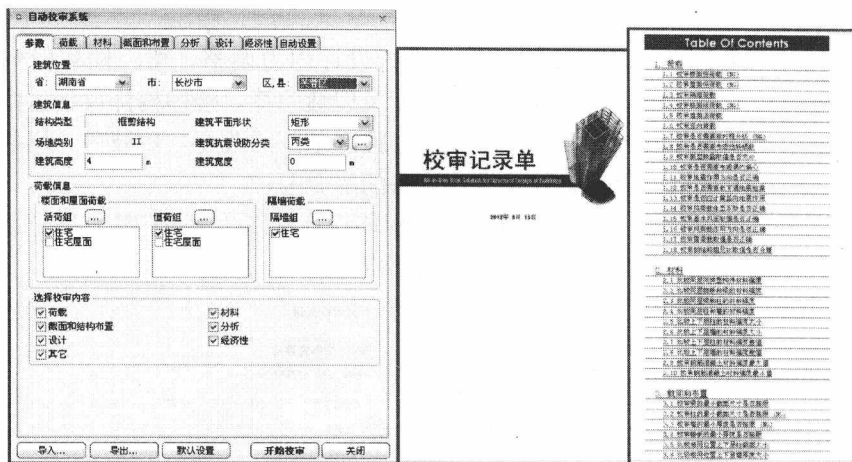


图 1.1-15 自动校审

1.2 midas Building 新修订内容

为配合三本新规范（《建筑抗震设计规范》（GB 50011—2010）、《混凝土结构设计规范》（GB 50010—2010）及《高层建筑混凝土结构技术规程》（JGJ 3—2010））的实施，midas Building 中严格贯入了三部规范的修订内容。主要体现在以下几个方面：

1. 新增建模功能：楼梯建模（图 1.2-1），网架建模助手（图 1.2-2）、倾斜楼板及倾斜墙体建模；

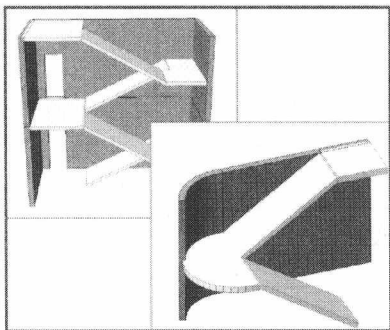


图 1.2-1 楼梯建模

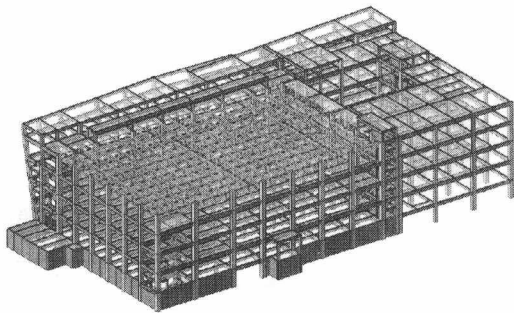


图 1.2-2 网架建模

2. 基于新规范的抗震分析功能：考虑 6 度区水平地震影响系数，新版规范的场地类别及特征周期，新版规范的地震反应谱曲线，采用反应谱法计算竖向地震作用，设防地震分析，考虑不同材料阻尼比分析，增加定义构造措施的抗震等级等；

3. 荷载组合方法改变：考虑以竖向地震为主的荷载组合，考虑结构使用年限的活荷载调整系数，考虑抗力模型不确定性分项系数；

4. 基于新规范的结构验算：框筒结构的 $0.2Q_0$ 验算，增加 6 度区剪重比验算，规定水平力作用下的倾覆弯矩和扭转不规则验算，不同结构类型的侧向刚度不规则验算，考虑支撑的楼层受剪承载力验算，结构薄弱层的验算和调整，三级框架节点核心区受剪承载力

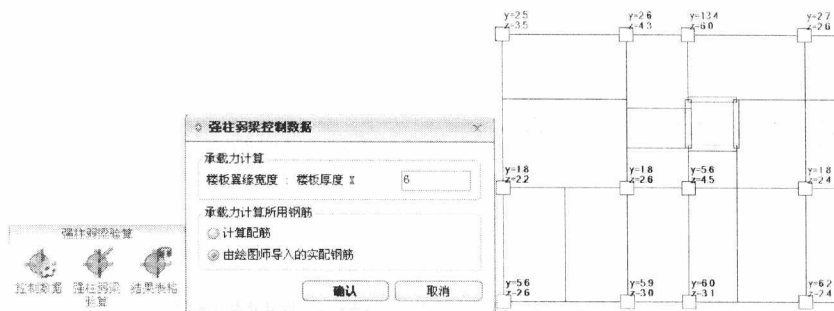


图 1.2-6 强柱弱梁验算

7. 基于新规范的基础设计: 按新规范增加筏板基础的柱冲切安全系数验算, 筏板底板剪切计算区分单向板和双向板, 基础梁斜截面受剪承载力计算, 独立式基础计算最小配筋面积时按截面的临界厚度计算;

8. 基础分析和设计功能: 筏板最大挠度计算, 基础沉降验算对回弹及回弹再压缩的考虑, 岩石锚杆基础的计算, 后浇灌注桩桩型及计算, 自动导入桩位 CAD 图, 桩身承载力计算等;

9. 更加完善的施工图功能: 增加剪力墙基于新规范的自动选配钢筋功能, 结构大师局部修改后在绘图师中仅更新局部修改部分;

10. 基于新规范的自动校审功能。

由于 midas Building 在建模上的直观性和方便性、参数结果的开放性, 与其他程序的兼容性、弹塑性分析的方便性等功能特点, 自面世以来, 即受到了广大工程师的青睐, 并广泛应用于实际工程之中。本书汇集了北京市院、甘肃省院、江苏省院、浙江省院、中建国际、深圳奥意、深圳华森、中国汉嘉和北京时空筑城等国内各大设计院近两年来所承担的一批重点工程项目, 结构类型涉及框架结构、剪力墙结构、框架-剪力墙结构、框架-核心筒结构、框支剪力墙结构和其他复杂的高层结构。文章内容涵盖了结构的布置及选型、多遇地震及风荷载作用下的弹性分析和验算、弹性时程分析的补充计算, 与其他软件的对比分析, 设防地震和罕遇地震作用下的静力弹塑性分析 (Pushover 分析)、动力弹塑性分析、楼板应力分析及楼板的竖向振动舒适度分析等建筑设计时常用的分析类型, 必将对广大结构工程设计人员利用 midas Building 软件进行设计提供帮助。

鉴于目前 midas Building 软件在市场上越来越受到广大工程师和土木专业师生的认可, 市场占有率越来越高, 大家在学习和使用软件过程中, 不可避免会遇到这样那样的问题。本书最后一章为迈达斯技术人员在近两年来技术支持的过程中经常遇到的问题及其解答。内容涵盖了 PKPM 模型导入、建模、施加荷载、设定边界条件、分析设置、结果查看、弹塑性分析、绘图师等问题的解决办法, 可以为结构设计人员或土木专业师生学习和使用软件提供帮助。

2 框架结构实例分析

2.1 midas Building 在淮阳县三馆一中心剧院项目中的应用

1. 工程概况

淮阳县三馆一中心项目位于淮阳县羲皇大道西侧，本工程分 A 区、B 区两部分，A 区包括图书馆、文化馆、共享大厅，B 区为剧院，总建筑面积：17214.6m²，建筑基底面积 4621.80m²，整体效果图如图 1 所示（剧院位于中后部）。本文着重介绍 B 区剧院观众厅现浇混凝土空腹网架屋盖结构设计。

B 区基底平面尺寸：B×H=32.6m×55.6m，基底面积：S=1812.6m²，建筑面积 2472.9m²（含地下室 660.3m²）。地下局部一层，地上观众厅两侧有两层夹层，建筑高度 15.9m。采用现浇混凝土框架结构体系，剧院整体计算模型如图 2.1-1 所示：

剧院观众厅平面尺寸为 22.4m×32.0m，高 15.30m。采用现浇混凝土空腹网架屋盖体系。观众厅屋面为不上人屋面，恒荷载为 3.0kN/m²（不包括混凝土板自重），活荷载取值为：0.5。

屋盖下弦考虑上人吊顶和工人检修：恒荷载取 1.0kN/m²，活荷载取 1.5kN/m²，屋面楼板厚度为 80mm。

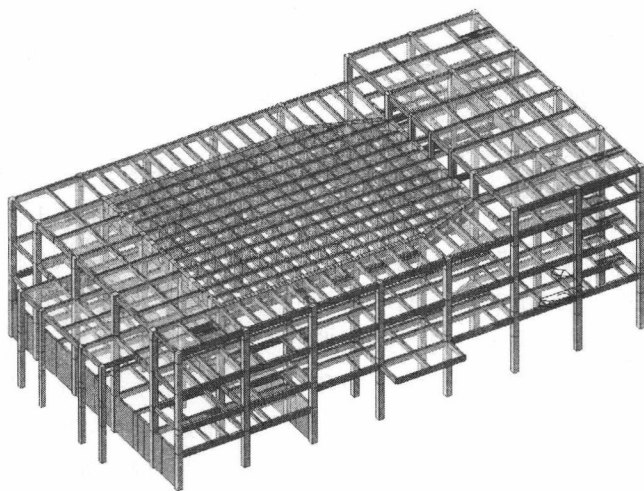


图 2.1-1 剧院整体计算模型透视图

2. 钢筋混凝土空腹网架基本几何尺寸确定

混凝土空腹网架由上、下弦杆和竖向腹杆构成，通过上、下弦杆来承受整体弯矩，通过弦杆和竖腹杆的截面抗弯来传递整体剪力，故竖向腹杆也称为抗剪键。非预应力混凝土空腹网架，一般适用跨度在 12m~30m^[2]，预应力混凝土空腹网架适用跨度可适当加大，一般在 30m~36m^[2]之间。混凝土空腹网架按杆件形式，可分为单杆式和格构式；按网格形式，可分为两向交叉正交正放、两向交叉正交斜放、两向交叉斜交斜放、三向交叉等类型；

按施工工艺可分为整体现浇和预制拼装两种。观众厅平面尺寸为 $22.40\text{m} \times 32.00\text{m}$ ，长宽比： $32/22.4=1.43 < 1.5$ ，故采用两向正交正放混凝土空腹网架，采用整体现浇的施工工艺。

混凝土空腹网架高度主要由网架中央最大挠度和跨中下弦拉弯杆件内力控制。一般网架高度可取网架短向跨度的 $1/18 \sim 1/14$ ^{[2][3]}，对于施加预应力的混凝土空腹网架，网架高度可适当减小，一般可取短向的 $1/20 \sim 1/18$ ^[2]，该项目网架高度取为 1.25m （跨中处上、下弦杆中心距离），高跨比为： $1.25/22.4=1/17.92$ 。

混凝土空腹网架的网格尺寸一般可取短跨方向的 $1/15 \sim 1/6$ ^{[2][3]}，根据工程实际情况，进行了多次分析、优化、比较，最终确定，纵向网格尺寸为 2m ，横向网格尺寸中间区域为 2m ，靠近两侧的区域（每侧两个区格），剪力较大处适当加密。取值为 1.6m ，同时与柱网也相互对应，具体见图 2.1-2 弦杆平面布置图。

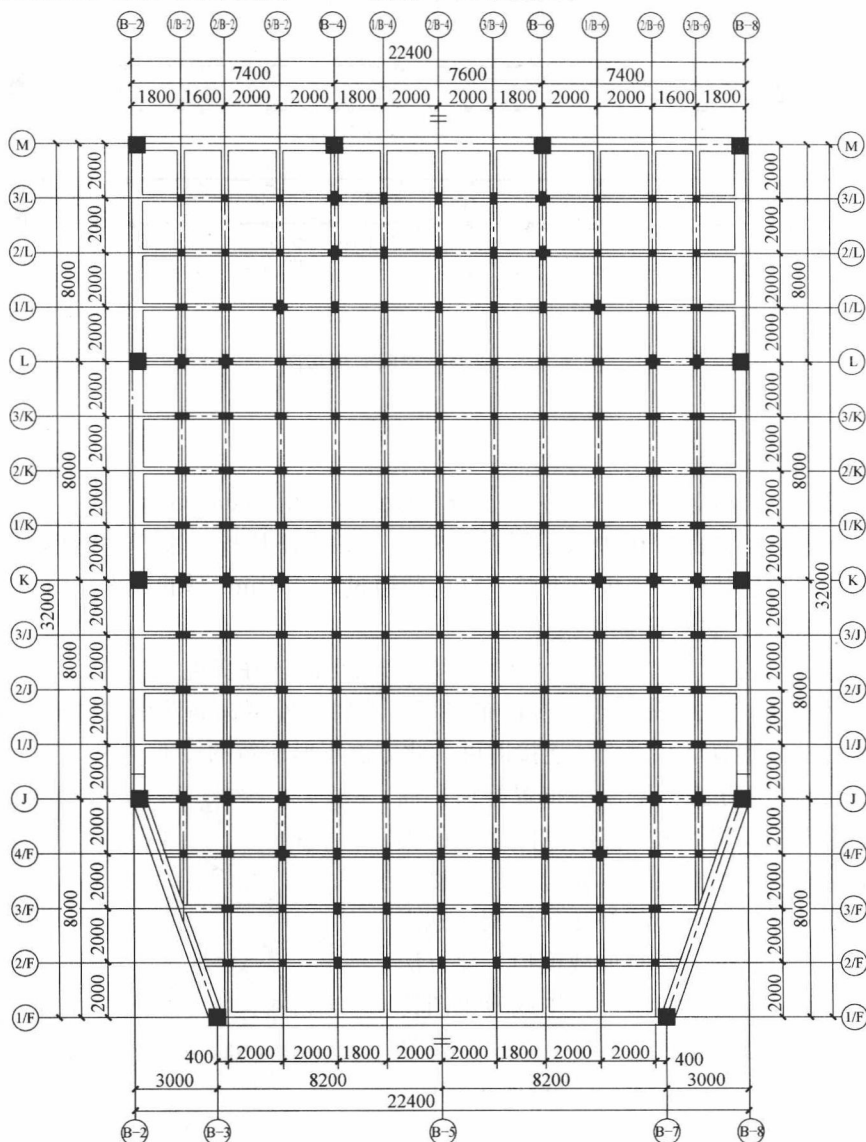


图 2.1-2 现浇混凝土空腹网架弦杆平面布置图

混凝土空腹网架上、下弦杆的截面尺寸主要与网格大小、节点荷载以及分布位置有关，基准截面尺寸取为 250mm×250mm。然后，根据分析结果进行优化调整，周边弯矩较大处截面高度适当渐变加大，短跨中部区域弦杆截面尺寸为：250mm×(300mm~500mm)；长跨中部区域弦杆截面尺寸为 250mm×(250mm~400mm)。竖向腹杆截面尺寸主要与弦杆宽度和分布位置有关，为了施工方便腹杆宽度取与弦杆等宽，腹杆高度根据所处位置的弯矩和剪力进行优化调整，截面形式主要有方形、矩形、十字形。具体见图 2.1-3 典型空腹网架模板图。

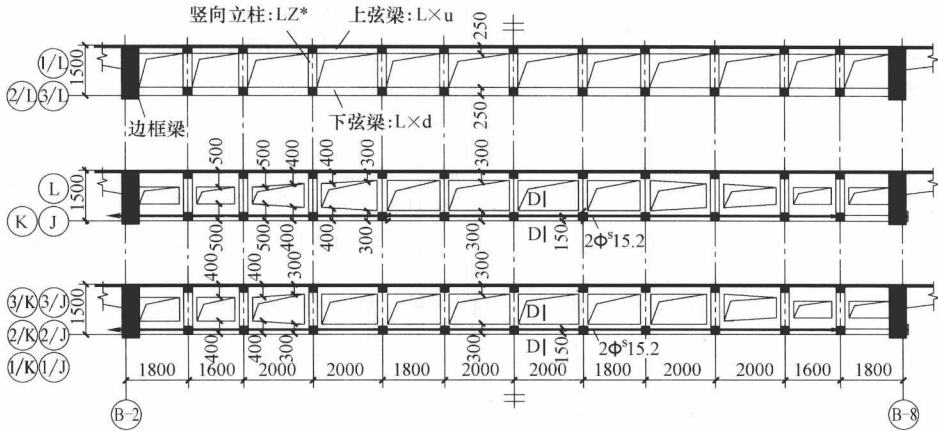


图 2.1-3 典型空腹网架模板图

3. 分析计算

采用 midas Building (No. 19) 进行了分析设计，并用 midas Gen (Ver. 7.3.0) 完成复核比较。在 Building 的分析中采用梁单元对上、下弦杆及竖向腹杆进行模拟，节点采用刚接。上、下弦层按弹性楼板，下弦节点荷载通过 0.001mm 厚的虚面（材料弹性模量取为 0，重度取为 0）进行施加。

该屋盖分上下弦两层，在 bld 建模中有两种方式可以较好实现：

1) 复制构件的方法：先把上弦杆件布置好，然后在模型标高范围内竖向复制，形成下弦层，然后上下弦节点通过立柱连接即可。此方法不形成新的标准层；

2) 复制楼层的方法：屋顶层布置好后，通过复制楼层的方法复制插入，然后删除多余的构件，形成空腹网架下弦夹层，再通过立柱连接上下弦杆节点。为了保证下上弦杆变形协调，施工阶段分析时，上下弦层要同时加载模拟。此方法形成新的标准层，查看配筋结果、生成施工图比较方便。楼盖构成如图 2.1-4 所示。本项目充分利用该两种建模方式，在查看结构整体指标时，采用第一种方式建模分析，在进行杆件配筋设计时采用第二种建模方式。

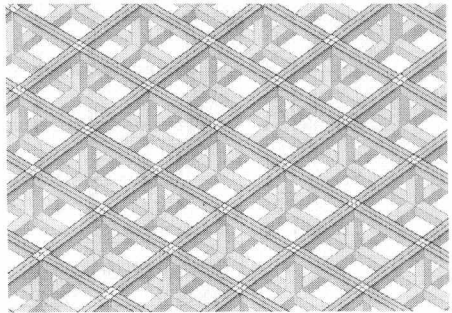


图 2.1-4 现浇混凝土空腹网架楼盖局部透视图

分析结果形态与文献 [2] 提供的实际案例结果形态一致, 与 Gen 的分析结果吻合较好, 表明 Building 的分析结果准确可信。图 2.1-5~图 2.1-9 提供了 K 轴的分析结果(弯、剪、轴力), 从图中可看出弯矩、剪力、轴力的变化规律, 基于此对弦杆和立杆进行截面优化处理, 从图 2.1-5 可以看出整体优化思路。图 2.1-6 轴力图中, 上下弦杆轴力差异较大的原因是, 上弦层 80mm 厚的屋面板分担了一部分的轴压力。

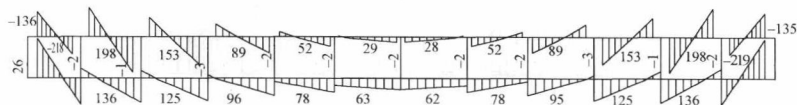


图 2.1-5 K 轴弦杆弯矩图 (kN·m)

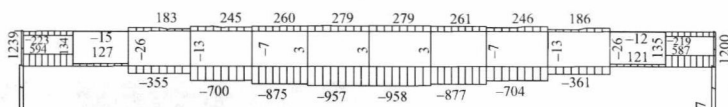


图 2.1-6 K 轴弦杆轴力图 (kN·m)

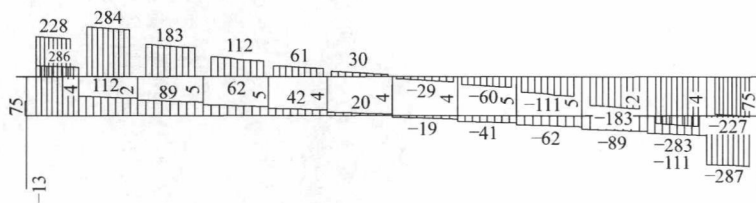


图 2.1-7 K 轴弦杆剪力图 (kN)

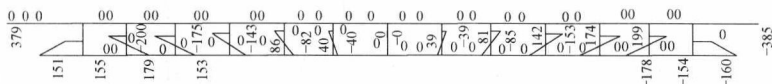


图 2.1-8 K 轴竖向腹杆弯矩图 (kN·m)

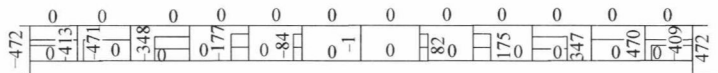


图 2.1-9 K 轴竖向腹杆剪力图 (kN·m)

4. 构造措施

为了使混凝土空腹网架有更好的结构性能, 使实际结构和计算模型相吻合, 保证节点刚接的实现, 要求竖向腹杆两端加腋, 以加强节点刚度, 加腋尺寸 $200\text{mm} \times 200\text{mm}$, 具体见图 2.1-10。

由于网架平面长宽比略大, 短向下弦杆承受拉力较大, 为了改善空腹网架下弦杆受拉性能, 在受拉最大的 9 根下弦杆中 (J 轴~L 轴) 施加预应力。工艺采用后张法, 有粘结。扣除预应力损失后的 $N_p = 207\text{kN}$, 采用 midas Gen (V7.3.0) 对施加预应力后的结构进行了整体计算。

弦杆高度改变处采用跨网格渐变的方式, 解决了纵向钢筋因梁高改变而需要多次搭接