

新概念建筑结构设计丛书

# PKPM地下室设计 从入门到提高 (含实例)

庄伟◎编著

中国建筑工业出版社

新概念建筑结构设计丛书

# PKPM 地下室设计从入门到提高 (含实例)

庄伟 编著

中国建筑工业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

PKPM 地下室设计从入门到提高 (含实例)/庄伟编著.  
北京: 中国建筑工业出版社, 2019. 4  
(新概念建筑结构设计丛书)  
ISBN 978-7-112-23242-0

I. ①P… II. ①庄… III. ①地下室-建筑结构-结构设计-  
计算机辅助设计-应用软件 IV. ①TU929-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 020900 号

作为“新概念建筑结构设计丛书”之一, 全书主要包括: 地下室设计实例——井字梁; 地下室设计实例——单向次梁; 地下室设计实例——无梁楼盖; 地下室节点详图; 地下室设计技术要点; 地下室优化设计要点及实例; 地下室顶板方案选型; 地下车库基础底板非人防区结构方案比较; 地下室方案层高分析; 地下室抗拔构件的造价分析及设计建议; 地下室设计常见问题汇总。

本书可供建筑结构设计人员及高等院校相关专业师生参考使用。

责任编辑: 郭 栋 辛海丽

责任校对: 王 瑞

## 新概念建筑结构设计丛书 PKPM 地下室设计从入门到提高 (含实例) 庄 伟 编著

\*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路 9 号)

各地新华书店、建筑书店经销

北京科地亚盟排版公司制版

北京京华铭诚工贸有限公司印刷

\*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 14 字数: 328 千字

2019 年 4 月第一版 2019 年 4 月第一次印刷

定价: 40.00 元

ISBN 978-7-112-23242-0  
(33533)

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

地下室是结构设计中的重点及难点，本书以实战的形式，把理论、规范、软件应用（PKPM 及理正）和施工图绘制在实际工程的设计过程中完整地串起来，让每一位结构设计的入门者建立起地下室设计的基本结构概念，学会上机操作（CAD、PKPM 及理正），能进行基本的分析判断，并完成施工图的绘制。指导初学者尽快进入结构设计师的行列而不仅仅是学结构的学生或是没有涉及概念的结构设计员，懂怎么操作，更明白其中的道理和有关要求。

本书由庄伟编写，在书的编写过程中参考了大量的书籍、文献及所在公司的一些技术措施，在书的编辑及修改过程中，得到了北京市建筑设计研究院戴夫聪，华阳国际设计集团（长沙）田伟、吴应昊，中机国际工程设计研究院有限责任公司（原机械工业第八设计研究院）罗炳贵、吴建高、廖平平、刘栋、李清元，中国轻工业长沙工程有限公司张露、余宽，湖南省建筑设计研究院黄子瑜，广东博意建筑设计院长沙分公司黄喜新、程良，湖南方圆建筑工程设计有限公司姜亚鹏、陈荔枝，湖南中大建设工程检测技术有限公司技术部副总工李刚，北京清城华筑建筑设计研究院徐珂，香港邵贤伟建筑结构事务所顾问唐习龙，中科院建筑设计研究院有限公司（上海）鲁钟富，淄博格匠设计顾问公司徐传亮，广州容柏生建筑结构设计事务所、广州老庄结构院邓孝祥，长房集团曾宪芳、保利地产（长沙）姜波，湖南省建筑科学研究院段红蜜，中南大学土木工程学院硕士研究生黄静、汪亚、徐阳等人的帮助和鼓励，同行鞠小奇、邬亮、余宏、庄波、林求昌、刘强、谢杰光、彭汶、李子运、李佳瑶、姚松学、文艾、谢东江、郭枫、李伟、邱杰、杨志、苏霞、谭细生等参与了全书内容收集、编写及图片绘制，在此表示感谢。

由于作者理论水平和实践经验有限，时间紧迫，书中难免存在不足甚至是谬误之处，也恳请读者批评指正。

# 目 录

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 1 地下室设计实例——井字梁 .....        | 1   |
| 1.1 工程概况 .....              | 1   |
| 1.2 结构布置 .....              | 1   |
| 1.3 软件操作 .....              | 5   |
| 1.3.1 建模 .....              | 5   |
| 1.3.2 SATWE 计算与分析 .....     | 19  |
| 1.3.3 SATWE 计算参数控制 .....    | 49  |
| 1.3.4 “刚性楼板”与“弹性楼板” .....   | 49  |
| 1.3.5 SATWE 计算结果分析与调整 ..... | 50  |
| 1.4 施工图绘制 .....             | 63  |
| 1.4.1 地下室顶板梁平法施工图绘制 .....   | 63  |
| 1.4.2 地下室外墙平法施工图绘制 .....    | 73  |
| 1.4.3 地下室顶板计算与施工图绘制 .....   | 79  |
| 1.4.4 地下室柱子计算与施工图绘制 .....   | 84  |
| 1.5 基础设计 .....              | 88  |
| 1.6 抗浮设计 .....              | 99  |
| 1.7 抗浮设置锚杆实例（其他项目） .....    | 101 |
| 1.8 塔楼周边的梁连接 .....          | 102 |
| 2 地下室设计实例——单向次梁 .....       | 106 |
| 2.1 工程概况 .....              | 106 |
| 2.2 体系方案选择 .....            | 106 |
| 2.3 构件截面取值 .....            | 107 |
| 2.4 梁结构布置 .....             | 108 |
| 2.5 荷载取值 .....              | 108 |
| 2.6 建模、SATWE 计算及施工图绘制 ..... | 108 |
| 2.7 塔楼周边的梁布置 .....          | 108 |
| 2.8 汽车坡道平面布置图 .....         | 109 |
| 3 地下室设计实例——无梁楼盖 .....       | 112 |
| 3.1 工程概况 .....              | 112 |
| 3.2 体系方案选择 .....            | 112 |
| 3.3 构件截面取值 .....            | 112 |
| 3.4 荷载取值 .....              | 113 |
| 3.5 建模、SATWE 计算及施工图绘制 ..... | 113 |

4 地下室节点详图 ..... 120

4.1 一层外墙详图 ..... 120

4.2 二层外墙详图 ..... 123

4.3 外墙水平分布筋规格 ..... 126

4.4 侧壁（或混凝土墙）水平筋转角构造 ..... 127

4.5 外墙下底板构造 ..... 128

4.6 底板与承台之间竖向间隙构造 ..... 130

4.7 坑（槽）底板或侧壁与混凝土墙的连接 ..... 130

4.8 坑（槽）底板或侧壁与承台的连接 ..... 131

4.9 底板的坑（槽）详图 ..... 131

4.10 高、低底板的连接 ..... 132

4.11 抗拔桩在底板的构造 ..... 134

4.12 底板暗梁 ..... 135

4.13 底板钢筋在承台内构造 ..... 136

4.14 底板钢筋在临空端构造 ..... 138

4.15 底板钢筋在侧壁内（或混凝土墙）锚固 ..... 138

4.16 基础连梁纵筋在承台内构造 ..... 139

4.17 梁上混凝土挡墙详图 ..... 140

4.18 楼板上混凝土挡墙 ..... 141

4.19 楼面混凝土坑详图 ..... 141

4.20 人孔翻檐大样 ..... 142

5 地下室设计技术要点 ..... 143

5.1 地下室设计思维 ..... 143

5.2 消防车的等效均布活荷载 ..... 147

5.3 塔楼与地下室周边的连接 ..... 147

5.4 风井处挡土墙大样 ..... 148

5.5 车道 ..... 151

5.6 楼梯 ..... 152

5.7 后浇带 ..... 154

5.8 其他 ..... 154

6 地下室优化设计要点及实例 ..... 155

6.1 地下室优化设计要点 ..... 155

6.1.1 模型计算主要控制要素 ..... 155

6.1.2 施工图绘制主要控制要素 ..... 155

6.1.3 人防施工图核对意见 ..... 156

6.1.4 地下车库设计各阶段的控制方法 ..... 158

6.2 地下室优化设计实例 ..... 160

6.2.1 实例1 ..... 160

6.2.2 实例2 ..... 164

7 地下室顶板方案选型 ..... 169

7.1 某工程地下室方案论证（1） ..... 169

7.2 某工程地下室方案论证（2） ..... 175

7.3 某工程地下室方案论证（3） ..... 180

8 地下车库基础底板非人防区结构方案比较 ..... 184

8.1 基本条件 ..... 184

8.1.1 典型跨基础图（⑩轴①轴交⑯轴⑱轴） ..... 184

8.1.2 典型跨基础图（⑯轴⑩轴交⑭轴⑮轴） ..... 185

8.1.3 经济分析结果 ..... 186

8.1.4 基础底板方案结论 ..... 186

8.2 地下车库基础底板非人防区结构计算软件比较 ..... 186

8.3 住宅基础底板结构方案比较 ..... 188

9 地下室方案层高分析 ..... 189

10 地下室抗拔构件的造价分析及设计建议 ..... 191

10.1 抗拔构件的设计建议 ..... 191

10.2 常用抗拔构件的综合单价汇总 ..... 191

10.3 小柱网地下室抗拔构件成本比较 ..... 191

10.4 两层地下室抗拔构件成本比较 ..... 195

11 地下室设计常见问题汇总 ..... 199

11.1 连接与构造 ..... 199

11.2 总说明 ..... 207

11.3 梁 ..... 208

11.4 柱 ..... 209

11.5 基础 ..... 210

11.6 结构平面布置图 ..... 211

11.7 软件操作 ..... 211

11.8 截面选取 ..... 213

11.9 配筋要点 ..... 213

11.10 后浇带布置 ..... 214

参考文献 ..... 215

# 1 地下室设计实例——井字梁

## 1.1 工程概况

湖南省长沙市某小区，一层地下室，结构形式为框架结构，抗震设防烈度 6 度，设计基本地震加速度  $0.05g$ ，设计地震分组为第一组，设计使用年限为 50 年。建设场地 II 类，特征周期值为  $0.35s$ ，非塔楼周边 2 跨的框架抗震等级为四级，塔楼周围（塔楼+两跨）的抗震等级随主楼，基本风压值为  $0.35kN/m^2$ ，基本雪压值为  $0.45kN/m^2$ 。本项目总面积  $75828m^2$ ，其中人防面积  $16195m^2$ ，人防部分交给人防院设计；覆土  $1.2m$ ，顶板标高为  $-1.8m$ ，柱网  $8.1m \times 8.1m$ 。

## 1.2 结构布置

地下室的结构布置应遵循概念设计：均匀。均匀不仅仅是指的板块划分尽量均匀，在塔楼周边布置主梁时，还应遵循弯矩的均匀（平衡）。地下室的柱网一般都是矩形，柱网对齐，结构布置如图 1-1 所示，柱子  $600mm \times 600mm$ ，主梁尺寸  $450mm \times 1000mm$ ，次梁尺寸  $300mm \times 700mm$ ；构件尺寸可以根据经验取值，也可以先拿其中 3 跨建模试算。由于地下室覆土一般均为  $1.2 \sim 1.5m$ ，主次梁及柱子的截面尺寸可以记住。

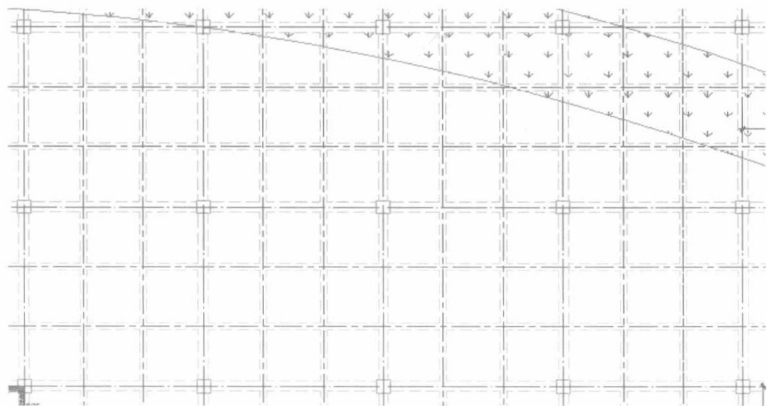


图 1-1 结构布置（1）

当柱网不对齐时，结构布置应使得板块划分得均匀，如图 1-2 所示，在模型中的截面尺寸如图 1-3 所示。

在塔楼周边时，主梁、次梁的布置应遵循概念设计：均匀，如图 1-4～图 1-6 所示。当柱子三端有主梁时，为了使得弯矩的平衡，此时应该再给该柱子方向一个主梁，大小为

450mm×1000mm 或者 450mm×800mm（跨度比较小时，比如不超过 4m）；由于是主梁，需要在与其搭接的剪力墙周边翼缘上布置柱子；该柱子的大小，原则上是当剪力墙翼缘的长度小于等于 800mm 时，柱子的宽度和剪力墙翼缘长度取一样，另一个方向长度取 600mm。

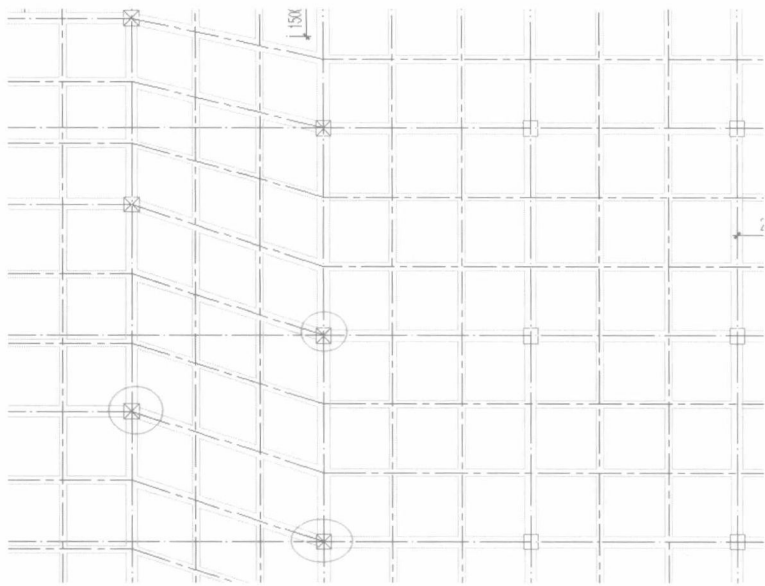


图 1-2 结构布置 (2)

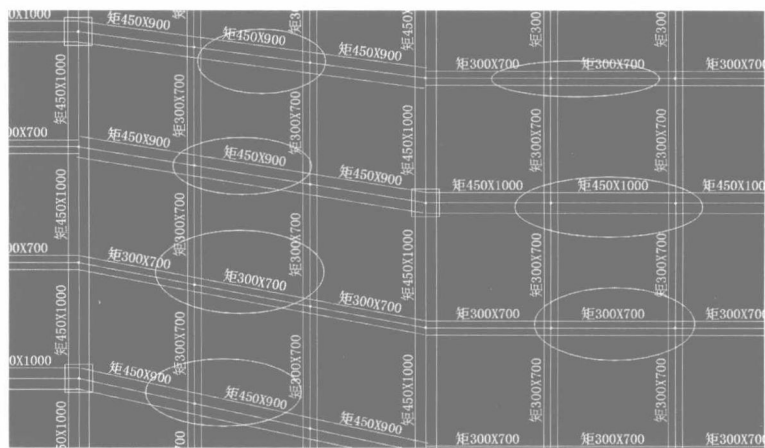


图 1-3 构件截面尺寸

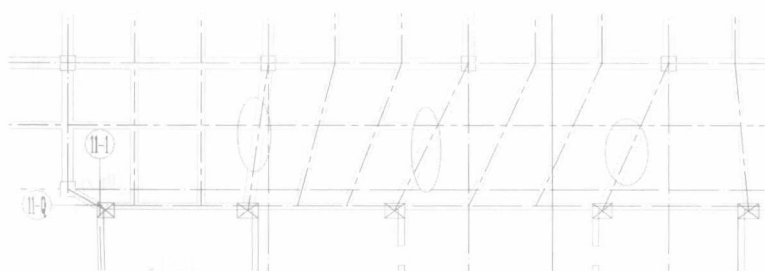


图 1-4 结构布置 (3)

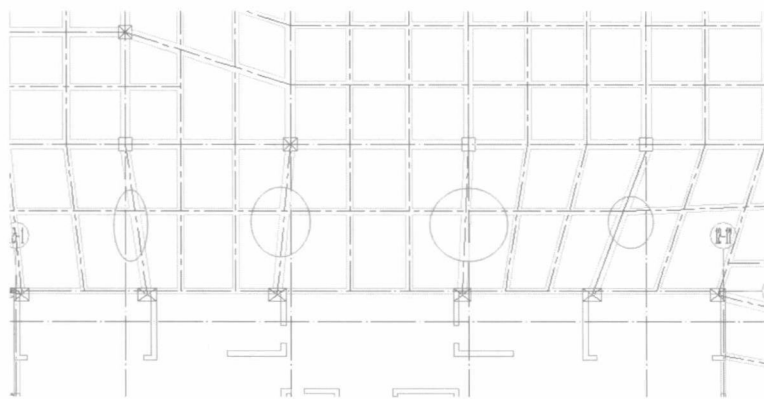


图 1-5 结构布置 (4)

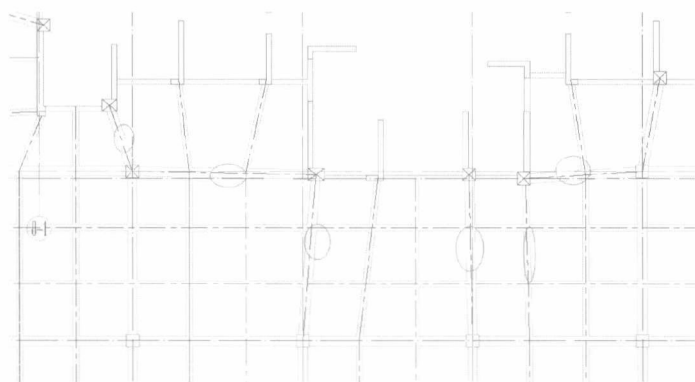


图 1-6 结构布置 (5)

主梁的布置，其中心线可取柱子的中心；次梁的布置，一般可取主梁跨度的三等分点或者将二等分点布置，总长度从剪力墙边缘算起，总的原则是使得板块划分均匀。有时候，次梁与次梁间距比较小，次梁的中心线直接连接在图 1-7 中的箭头处；如果次梁连接在图 1-7 中的箭头处或者翼缘的柱子中心，则次梁可以不用定位。

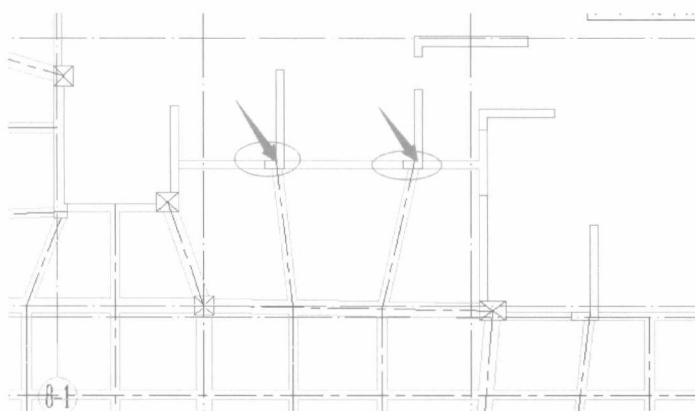


图 1-7 结构布置 (6)

当有风井时，结构布置如图 1-8、图 1-9 所示。地下室比较大时，为了使得梁截面种类尽可能的少，风井周边可能走消防车等，统一根据实际情况取  $300\text{mm} \times 700\text{mm}$  或  $250\text{mm} \times 700\text{mm}$ 。

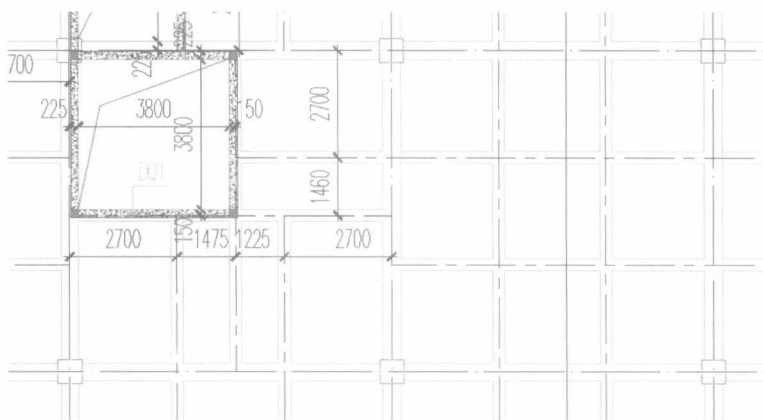


图 1-8 结构布置 (7)



图 1-9 结构布置 (8)

注:次梁均为 300mm×700mm。

地下室顶板一般由于设备要求,有净高不够的情况,需要把顶板抬高,而结构设计师在设计时,可以采用包络设计的方法,把要抬高的顶板的范围变大,从主梁边或者塔楼剪力墙边画轮廓线,如图 1-10、图 1-11 所示。此时主梁应该兜住次梁底部或者板底。



图 1-10 顶标高-0.800m 范围



图 1-11 顶标高-0.800m 范围梁截面 (局部)

- 注: 1.  $1.750\text{m} = 1.8$  (顶板标高 1)  $- 0.8$  (顶板标高 2)  $+ 0.7$  (次梁高)  $+ 0.05$  (主梁比次梁高);  
2. 升标高与原标高相交部位, 需要注意的是由于次梁不连续, 应该点铰接。

## 1.3 软件操作

### 1.3.1 建模

(1) 地下室建模时, 一般都是先进行结构布置, 用主梁中心线图层及次梁中心线图层拉主梁、次梁的中心线, 本地下室主梁大部分为  $450\text{mm} \times 1000\text{mm}$ , 次梁为  $300\text{mm} \times 700\text{mm}$ , 用探索者中主梁线中心线图层及次梁线图层拉主梁、次梁的中心线。拉完后, 再让专业负责人检查梁布置的对错, 如图 1-12 所示。

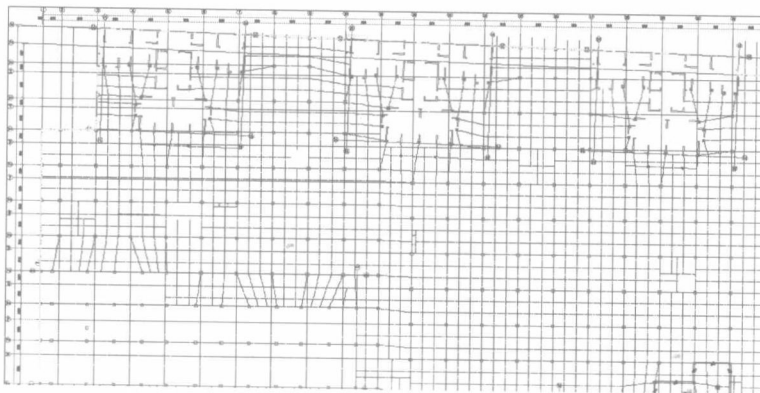


图 1-12 梁中心线布置 (局部)

注: 一般将此梁中心线复制一份作为主次梁的轴线, 后续还用利用梁中心线转成 PL 线, 再转成墙多段线。



图 1-13 改多段线全局宽度

(2) 当确定主梁次梁的布置正确后, 输入命令“pe”, 按照提示将 L 线变成多段线。用图层独立命令, 把 450mm×1000mm 截面的图层独立出来, 用鼠标全部框选, 输入“ctrl+1”, 选择“多段线”, 在弹出的对话框中将“全局宽度”改为 450, 如图 1-13 所示。用图层独立命令, 把 300mm×700mm 截面的图层独立出来, 用鼠标全部框选, 输入“ctrl+1”, 在弹出的对话框中将“全局宽度”改为 300, 如图 1-14 所示。

(3) 使用小插件或者“板王”中的粗线转墙, 点击: 模板图-粗线转墙, 框选 PL 线, 根据命令提示删除原对象, 即完成了多段线转梁线, 用探索者中的梁线将此墙线刷成探索者中的梁线图层, 再点击: 梁绘制/交线处理; 布置柱子/交线处理, 如图 1-15、图 1-16 所示, 即可完成地下室顶板模板图的绘制; 如图 1-17 所示。

(4) 由于此地下室比较大, PKPM 计算时节点最大值有限值, 不能完成计算, 需要将此地下室划分为三个小模型, 每个模型在相接部位重叠一跨, 这样才能保证梁计算的准确性。

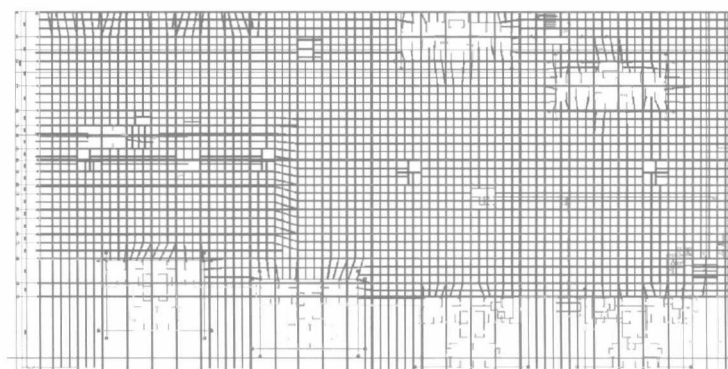


图 1-14 梁线变多段线



图 1-15 梁交线处理

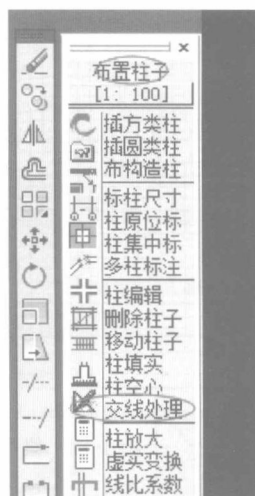


图 1-16 柱交线处理

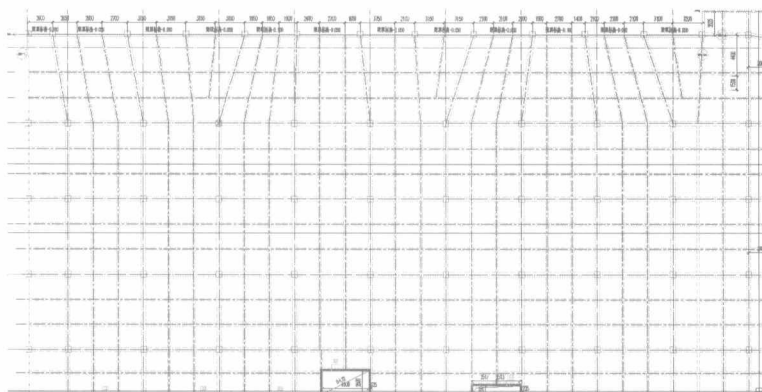


图 1-17 地下室模板图（局部）

（5）结构布置图完成后，可以用采用布局功能，将一个很大的地下室划分为几个可打印的图框范围的“小地下室”，并用 4 个矩形线框（有重叠）划分出“小地下室”的范围，如图 1-18、图 1-19 所示。

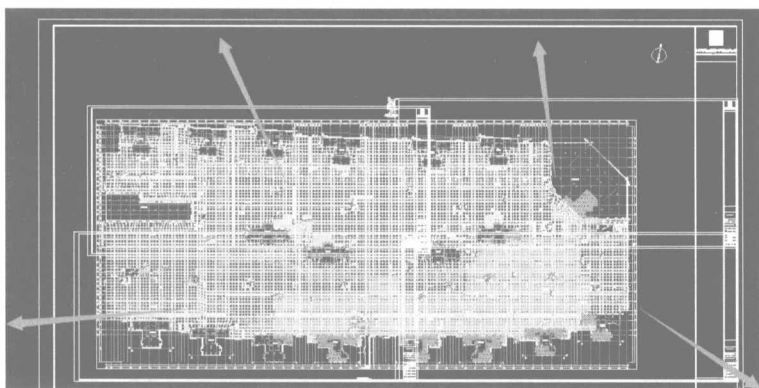


图 1-18 布局功能（1）

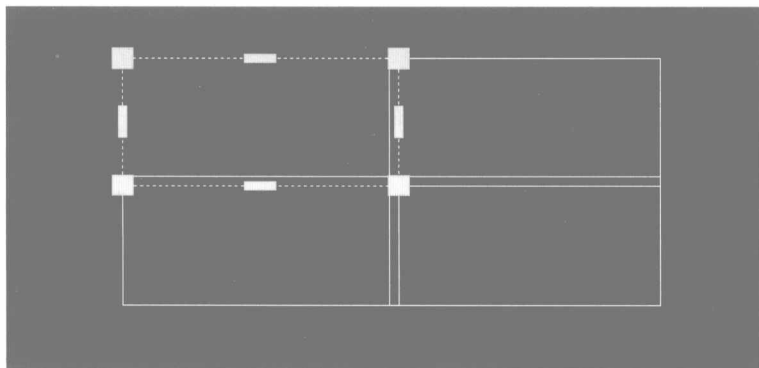


图 1-19 布局功能（2）

点击屏幕的左下方“局部 1”，进入“局部 1”的界面，单击右键，将名称改为“地下室顶板拆图”，如图 1-20、图 1-21 所示。



图 1-20 布局功能 (3)

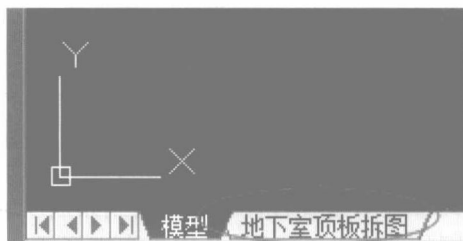


图 1-21 布局功能 (4)

进入“局部 1”后，删除掉屏幕中的图形。点击视图/视口/一个视口，如图 1-22、图 1-23 所示。

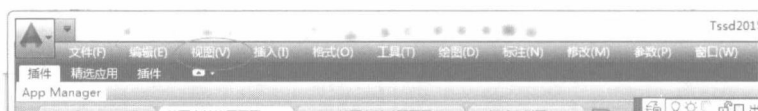


图 1-22 布局功能 (5)

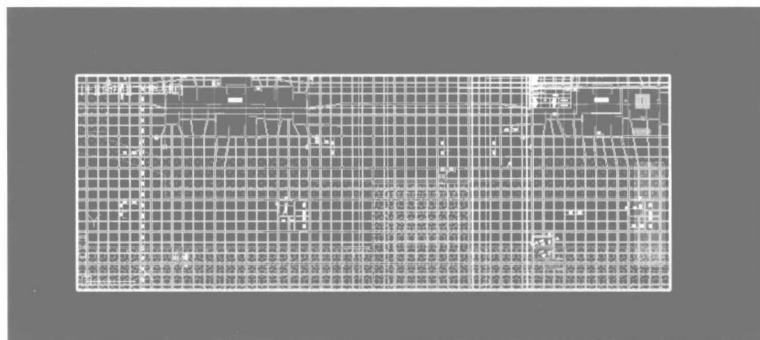


图 1-23 布局功能 (6)

点击屏幕右下方的“模型”，把比例关系调为 1 : 1 并上锁，再次点击“模型”，进入“图纸”操作模式，输入命令“S”，按照图 1-19 的线框进行拉伸，输入复制命令“C”，按照图 1-19 的线框进行拉伸，即可完成“布局”的操作，如图 1-24、图 1-25 所示。



图 1-24 布局功能 (7)

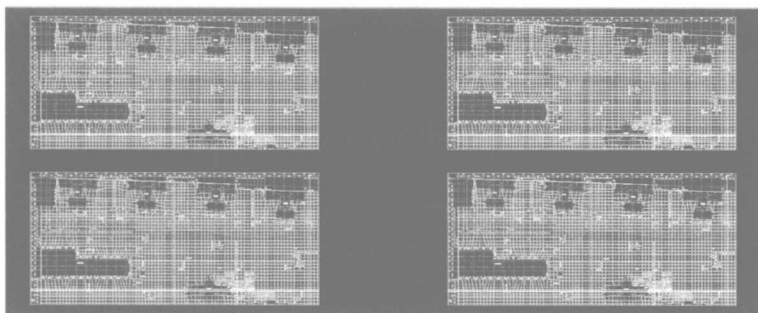


图 1-25 布局功能 (8)

(6) 完成结构布置图后，在导入 PKPM 之前应该将改布置图拆分为三个“小地下室”结构布置图，为了保证构件计算的准确性，应重叠一跨（PKPM 节点最大值有限值）。当一条直线上的人防墙厚度不一致时，应把结构布置图中的厚度不一致的墙按最小值调整并导入；定位好塔楼在结构布置图中的位置后，应将塔楼的墙柱删除（最后在楼层组装时用单层拼装功能将塔楼负一层拼装到指定位置，最后用衬图功能完成塔楼周边的梁布置，这样处理节点就不会混乱），然后再导入到 PKPM 模型中。可以将“结构布置图 1”导入 PKPM 模型。点击：结构/结构建模，即可进入结构建模菜单，工程名为 A，如图 1-26～图 1-28 所示。

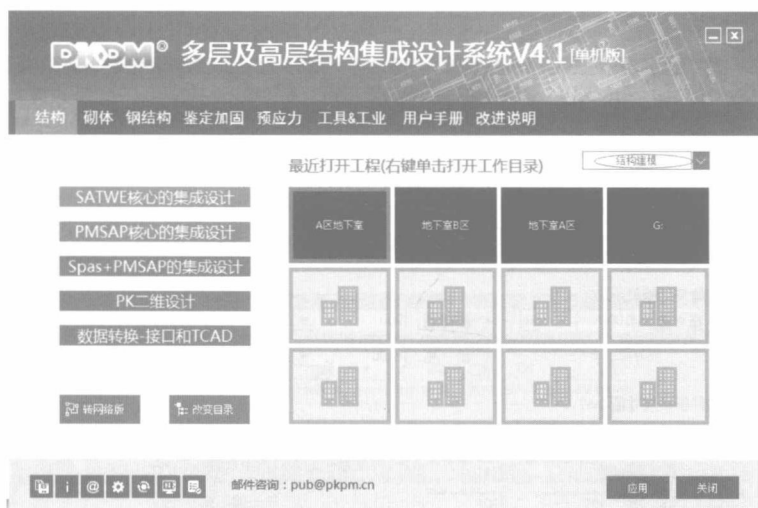


图 1-26 结构建模

点击：DWG 转模型-装载 DWG 图-打开，即可进入“DWG 转模型”对话框，如图 1-29、图 1-30 所示。

在图 1-30 中的屏幕上方菜单中点击：轴网，再点击图中的轴网图层，点击：柱，再点击图中的柱子图层；点击：梁，再点击图中的梁图层；点击：墙，再点击图中的墙图层，最后点击：提取模型，进入提取模型对话框，如图 1-31 所示。

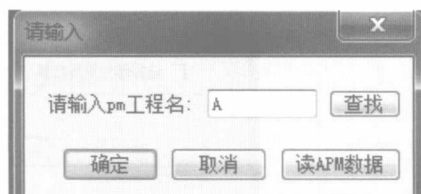


图 1-27 输入 PM 工程名



图 1-28 PM 菜单

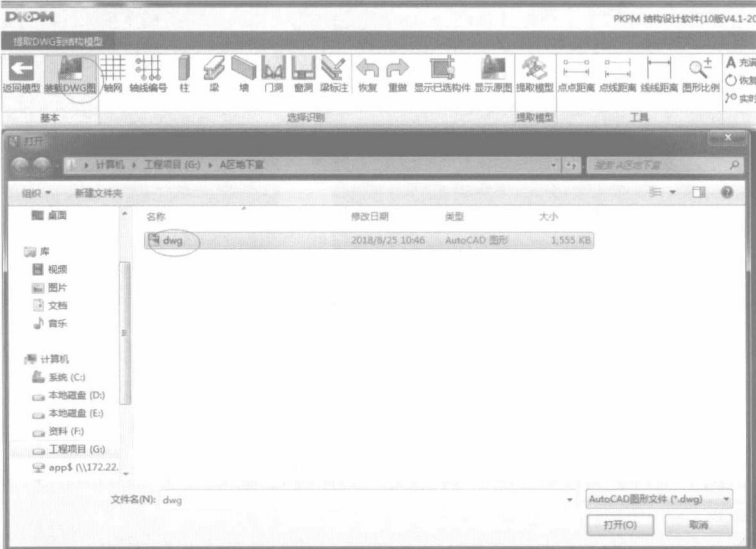


图 1-29 装载 DWG 图



图 1-30 装载 DWG 图 (1)



图 1-31 转图参数

注：可以将梁高输入 1000，其他参数按默认值。