

新抗浮设计要点

柴浩（机械工业第六设计研究院有限公司）

《建筑工程抗浮技术标准》（以下简称《抗浮标》）的推出改变了以往常规的抗浮设计方法，对整体抗浮稳定、局部抗浮稳定、抗浮力组合系数等都提出了新的要求，使得抗浮安全系数较以往有较大提高。本工程纯地库区域两层地下室，地下二层地面标高相对于历史最高水位有 6.45m 水头，设计采用 YJK 软件进行抗浮设计，最终结果满足规范各项要求。

关键词：YJK 计算软件，局部抗浮稳定，稳定安全系数

1 项目简介

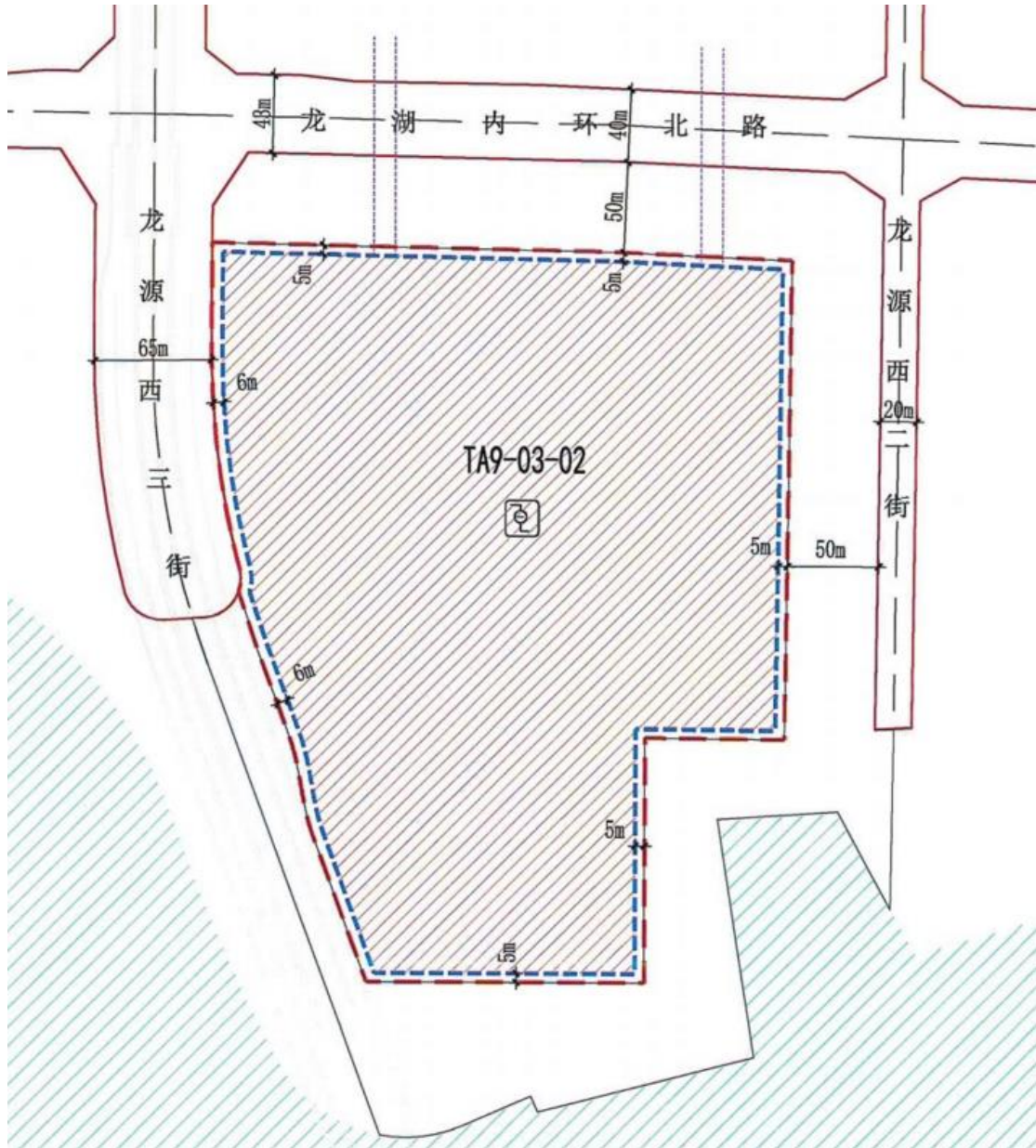


图 1 项目位置

本项目位于河南省郑州市郑东新区龙湖北岸，总建筑面积 316598.58 平方米。

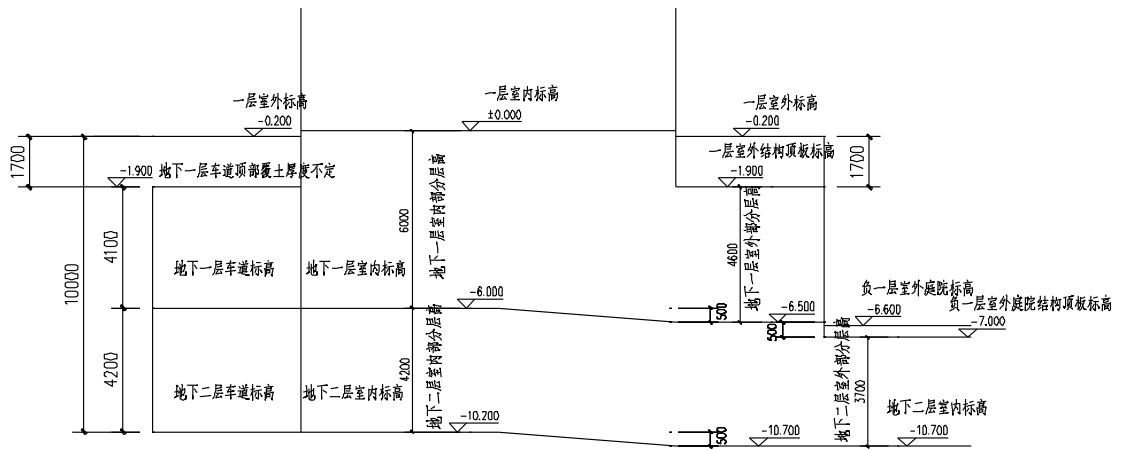


图2 地下室典型剖面

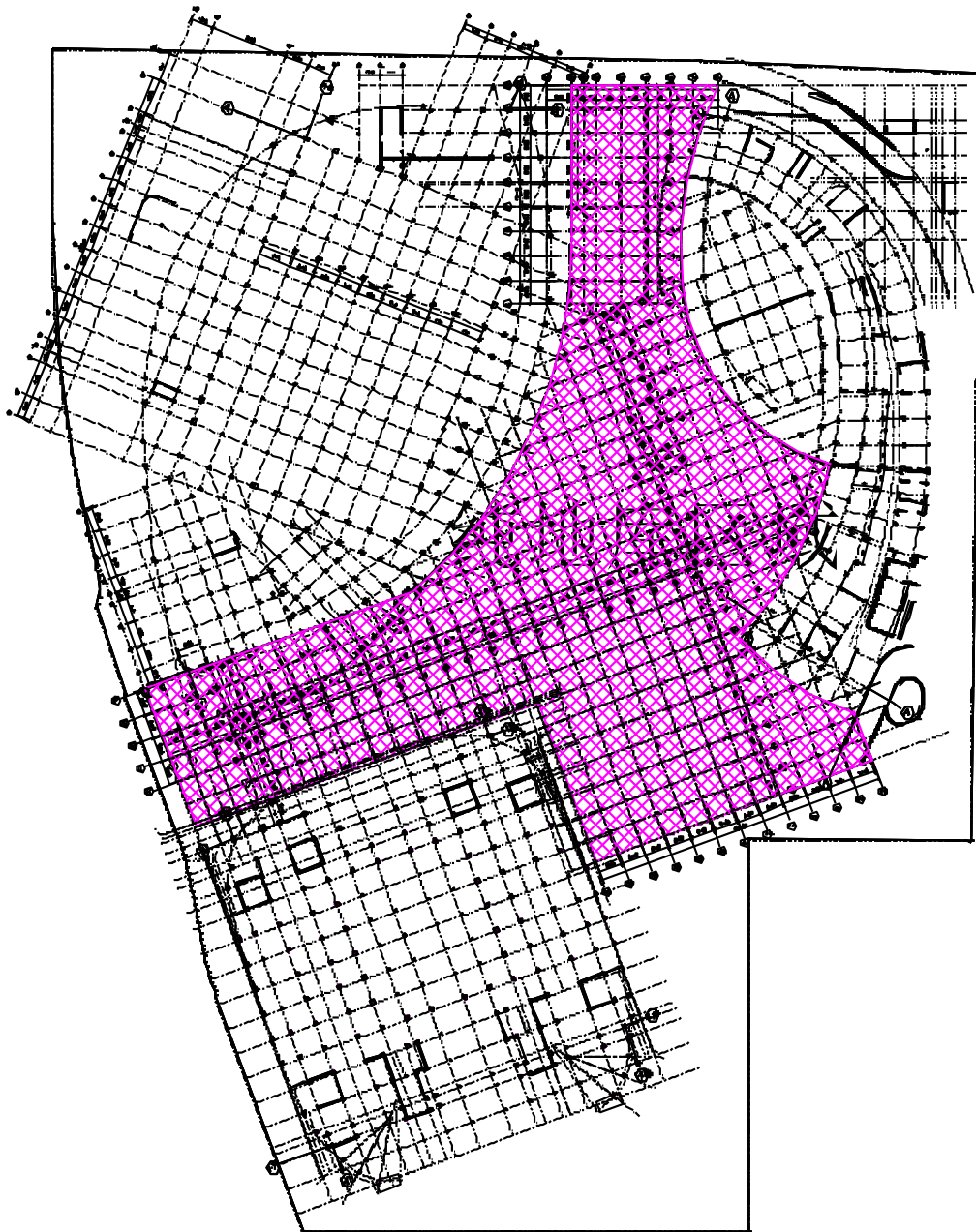


图3 两层纯地库区域（阴影区）

± 0.000 对应绝对标高为 89.85 m，纯地库范围地下两层地下室，地下二层结构地面相对标高为 -10.8m（绝对标高为 79.05m），历史最高水位对应绝对标高为 85.50m，地下二层地面标高相对于历史最高水位有 6.45m 水头，需进行抗浮专项设计；地下室结构体系采用钢筋混凝土框架结构，地下室顶覆 1.7m 覆土，部分区域存在下沉庭院，此部分仅一层地下室，典型柱网为 8.4m \times 8.4m；基础采用柱下设置抗拔桩的天然地基筏板基础，持力层大部分为第 4 层粉砂层，局部持力层为第 2 层粉土及第 3 层粉质黏土层，偏安全地基承载力特征值取 120kPa，桩基为后注浆钻孔灌注桩，桩端持力层为呈密实状的第 6 层中砂层，受压受拔承载力特征值分别取 2000kN 及 900kN。

2 抗浮设计重点参数

2.1 上部结构部分重点参数：

地库顶板覆土容重考虑《抗浮标》表 6.3.7 的组合系数，并参考中国建筑西南设计研究院有限公司编著的《结构设计统一技术措施》2.2.6 条，取 14kN/m³；

考虑到建筑面层做法待主体封顶后隔墙砌筑完成后方才施工，而施工现场待覆土填完后即停止降水，抗浮设计偏安全不考虑面层荷载；

梁、板、墙柱重叠区域重量扣除；

钢筋混凝土容重取 24kN/m³。

2.2 基础设计部分重点参数：

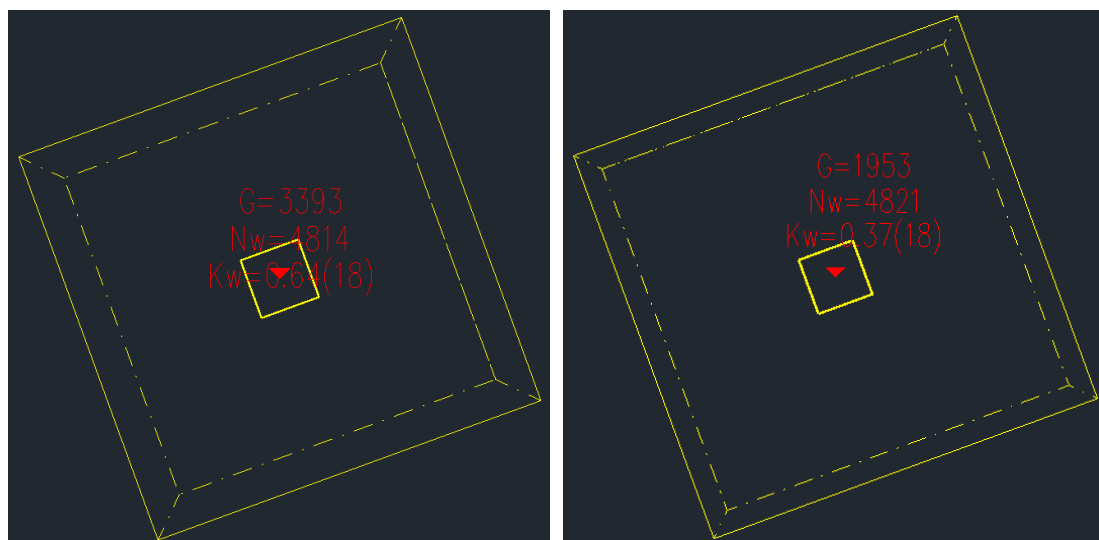
抗浮设计等级为甲级，抗浮稳定安全系数取 1.1；

地基基础设计等级为甲级，重要性系数取 1.1；

考虑上部结构刚度，采用复合桩基，基床系数取 10000kN/m³，桩竖向受压受拔刚度取 100000kN/m；

3 抗浮设计

上部结构计算完成后，进入基础建模模块，布置 500mm 厚筏板，之后进入基础计算及结果输出模块进行一次基础计算，完成后退回至基础建模模块，进行自动下柱墩布置，控制冲切安全系数不小于 1.3，此时不带柱下抗拔桩的柱墩与带柱下抗拔桩的柱墩会有较小差异，对抗拔桩设计影响很小。布置好下柱墩计算完成后，进入抗浮稳定菜单下进行局部抗浮稳定验算，列举典型两层地库及下沉庭院区柱下抗浮稳定计算如下：



(a) 两层地库典型柱下局部稳定

(b) 下沉庭院典型柱下局部稳定

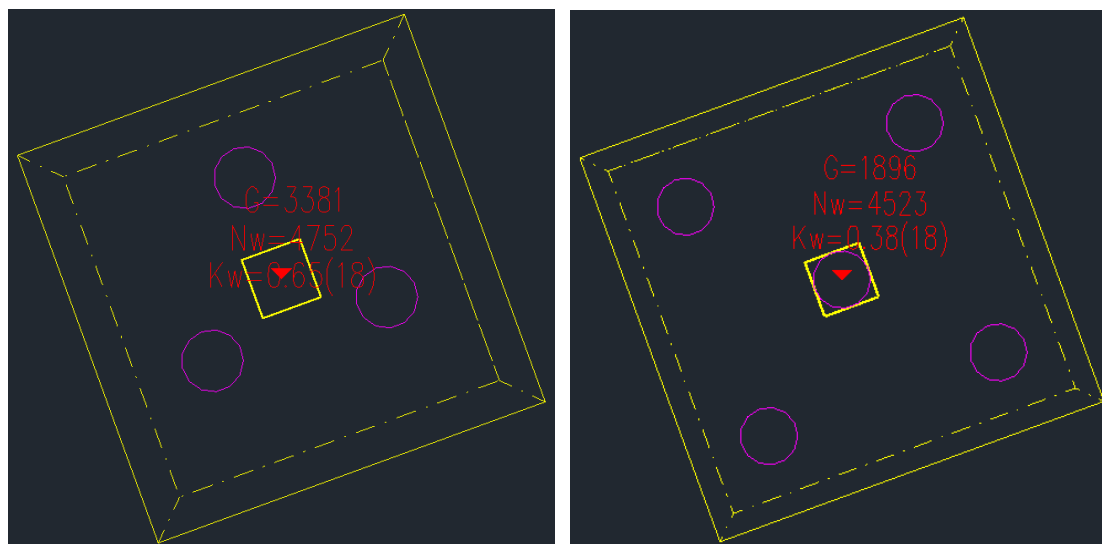
图 4 未布抗拔桩柱下局部抗浮稳定

可见不布置抗拔桩柱下局部稳定都不满足要求，桩基布置数量计算公式根据《抗浮标》6.4 节要求计算如下：

$$(G+R)/N_w \geq (1.1 \times 1.1 = 1.21)$$

本工程临近湖边，常年水位较高，加之本工程为重点工程，本设计采用控制局部抗浮稳定达到不小于 1.21 安全系数方法保证抗浮安全。上图两层地库典型柱下需布置 $(4814 \times 1.21 - 3393) / 900 = 2.70$ ，柱下布置三根桩；上图下沉庭院典型柱下需布置 $(4821 \times 1.21 - 1953) / 900 = 4.31$ ，柱下布置五根桩。

按上述计算方法布置好抗拔桩后再次计算局部抗浮稳定：



(a) 两层地库典型柱下局部稳定

(b) 下沉庭院典型柱下局部稳定

图 5 布好抗拔桩后柱下局部抗浮稳定

布置好抗拔桩后，受桩基影响，局部抗浮稳定验算结果略有变化，对比柱下所需抗拔桩数，结果如下：

表 1 柱下布桩前后局部抗浮稳定所需桩数对比

需布桩数量	布桩前	布桩后	差值百分比
两层地库典型柱	2.7	2.63	2.59%
下沉庭院典型柱	4.31	3.97	7.89%

可见，布置桩基后的局部抗浮稳定需要的桩基数量有所降低，随布置抗拔桩数量增加而增加降低幅度，但降低有限，偏安全本工程按未布置桩基时的局部抗浮稳定要求布置抗拔桩。按此方法布置出抗拔桩整体稳定计算如下：

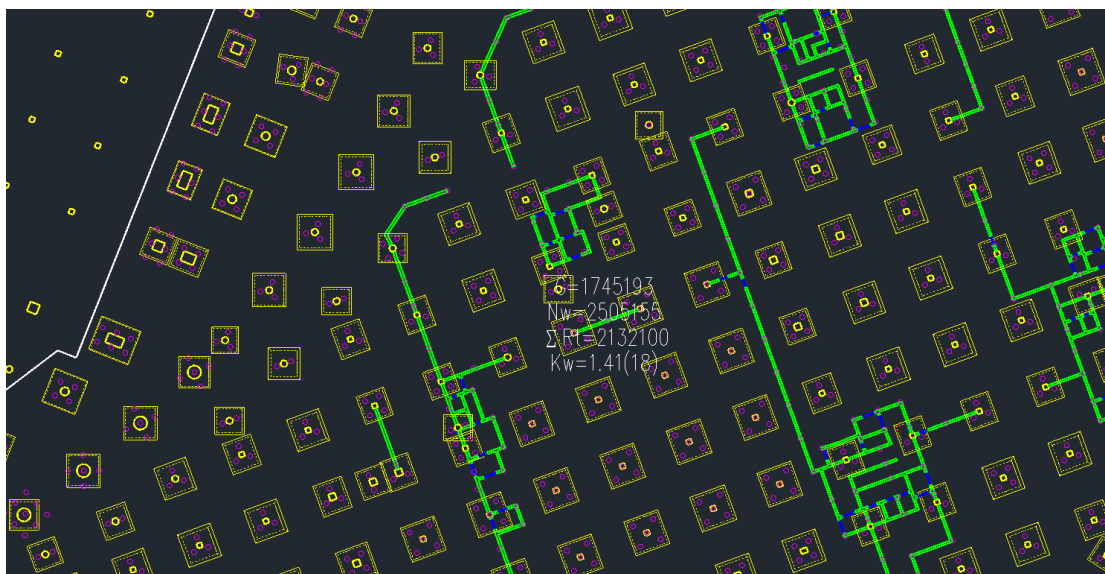
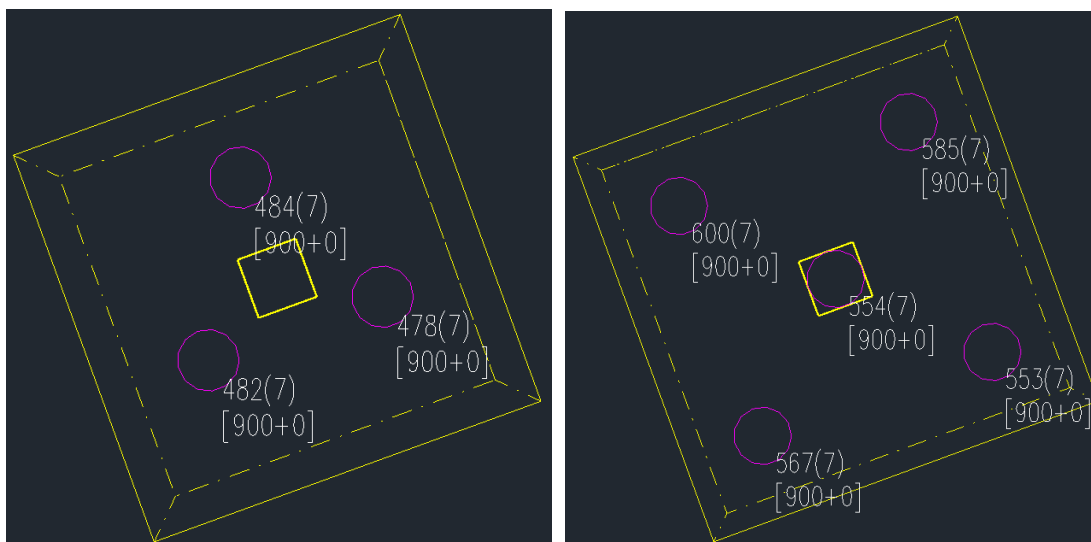


图 6 整体抗浮稳定结果

$K_w=1.41 > 1.1$ (软件整体稳定计算已考虑重要性系数), 满足规范要求。

4 计算结果:

4.1 桩基拔力:



(a) 两层地库典型柱下桩基拔力

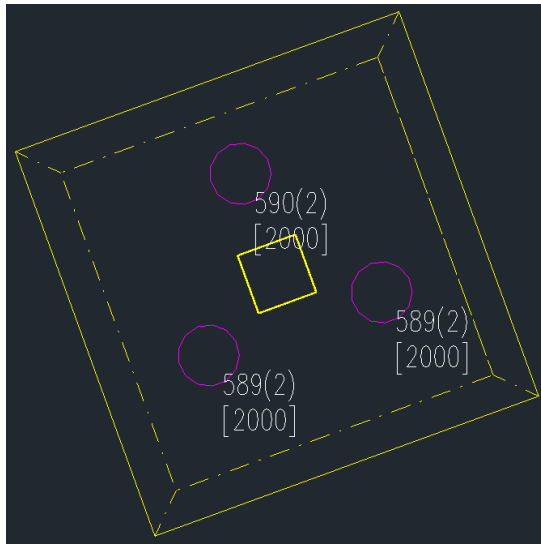
(b) 下沉庭院典型柱下桩基拔力

图 7 抗拔桩竖向拔力

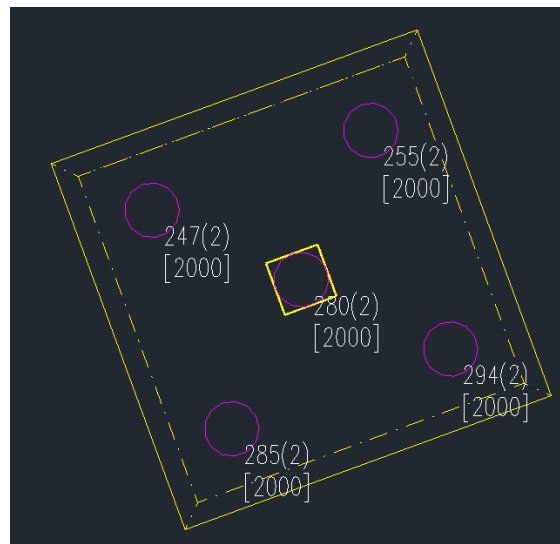
桩基拔力都小于 900, 并有一定安全储备。

将上述抗拔桩通过导出 CAD 再通过导入 CAD 的方式“复制”到正常荷载取值的受压计算文件中形成受压模型, 非抗浮计算结果如下:

4.2 桩土非地震组合下受压反力:



(a) 两层地库典型柱下桩基压力

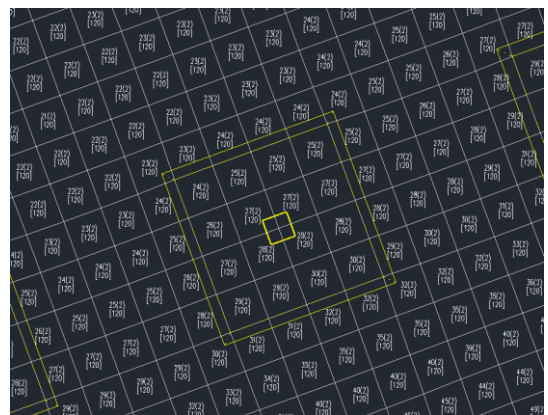


(b) 下沉庭院典型柱下桩基压力

图 8 抗拔桩竖向压力



(a) 两层地库典型柱下及周边地基土反力

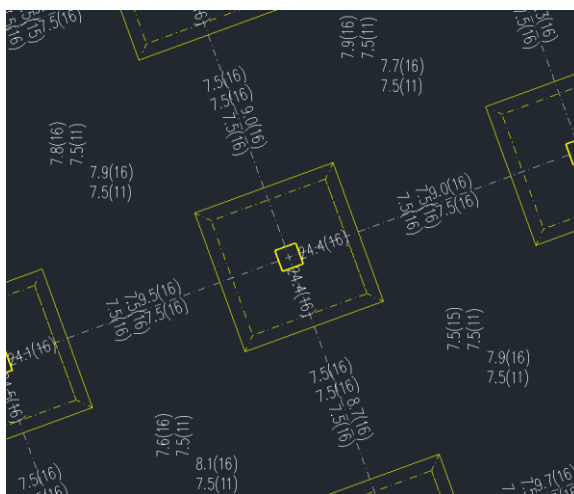


(b) 下沉庭院典型柱下及周边地基土反力

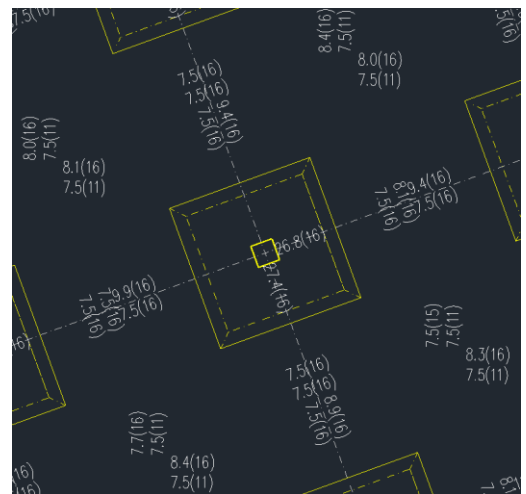
图 9 地基土反力

可见，桩土共同承担基础反力，柱距为 8.4m x 8.4m，两层地库典型柱下土承担约 69%反力，下沉庭院典型柱下土承担 56%反力。

4.3 筏板配筋:

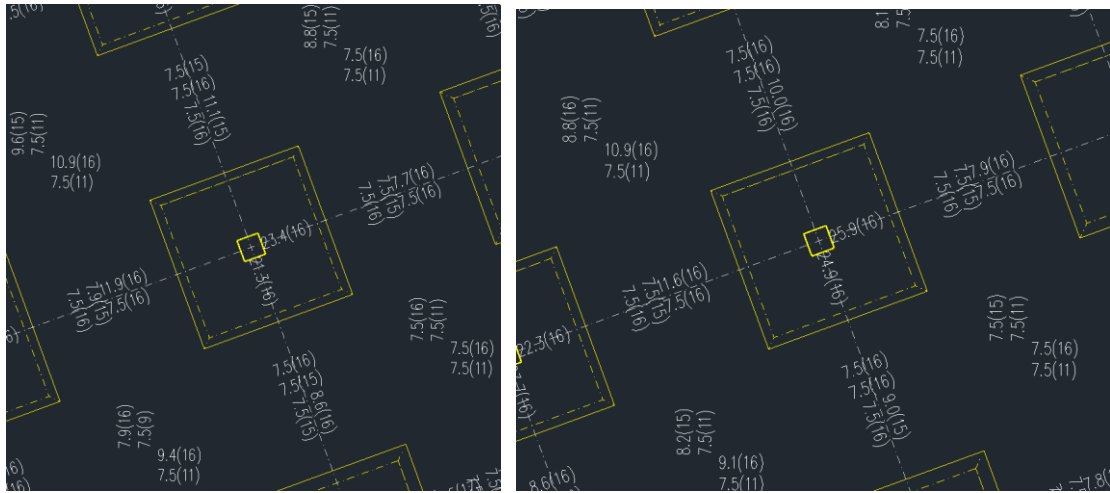


(a) 受压模型



(b) 抗拔模型

图 10 两层地库典型柱下及周边筏板配筋



(a) 受压模型

(b) 抗拔模型

图 11 下沉庭院典型柱下及周边筏板配筋

由上可知,除跨中区域板底为非抗浮工况组合控制外,其它区域都为抗浮工况组合控制,最终配筋取包络。

附: 荷载组合表

编号	类型	组合项
(1)	准永久组合	1.0恒+0.5活
(2)	标准组合	1.0恒+1.0活
(3)	标准组合	1.0恒+0.5活+1.0X地震+0.38震Z
(4)	标准组合	1.0恒+0.5活-1.0X地震+0.38震Z
(5)	标准组合	1.0恒+0.5活+1.0Y地震+0.38震Z
(6)	标准组合	1.0恒+0.5活-1.0Y地震+0.38震Z
(14)	标准组合	1.0恒-1.0浮(高)
(7)	基本组合	1.3恒+1.5活
(8)	基本组合	1.2恒+0.6活+1.3X地震+0.5震Z
(9)	基本组合	1.2恒+0.6活-1.3X地震+0.5震Z
(10)	基本组合	1.2恒+0.6活+1.3Y地震+0.5震Z
(11)	基本组合	1.2恒+0.6活-1.3Y地震+0.5震Z
(12)	基本组合	1.2恒+1.0人防
(13)	基本组合	1.0恒+1.0人防
(15)	基本组合	1.3恒-1.35浮(高)
(16)	基本组合	1.0恒-1.35浮(高)
(17)	基本组合	1.3恒-1.0浮(高)
(18)	基本组合	1.0恒-1.0浮(高)

图 12 荷载组合表

除以上外,受压模型下的柱冲切、桩冲切、下柱墩冲切都满足规范要求,不小于 1.3 安全系数,本文不再详细描述。