# 板式楼盖设计问题的进一步分析

**(上海佳构 2018.12)**

针对国内今年来板式楼盖频繁垮塌的原因，各方面都在找原因。此前我们整理《中山古镇镇某车库板式楼盖垮塌原因概略分析》的分析材料，从设计软件角度找原因。有必要进行更深入的分析，探究深层原因——如果剖析不清，反而容易引起歧义。

下面分析，采用 JG-STRAT V2017 版，YJK V1.9.1 版，PKPM V4.2 版。

## 1. 算例分析

通过算例模型比较。平板无梁楼盖 5x6 跨，跨度 8m，层高 3m，柱截面 700x700，边梁 400x1000，实心板厚 450mm，柱帽厚度 750mm，柱帽尺寸 2400x2400。面荷载恒 20/活 20kPa，考虑活荷载不利布置。不算地震力和风荷载。

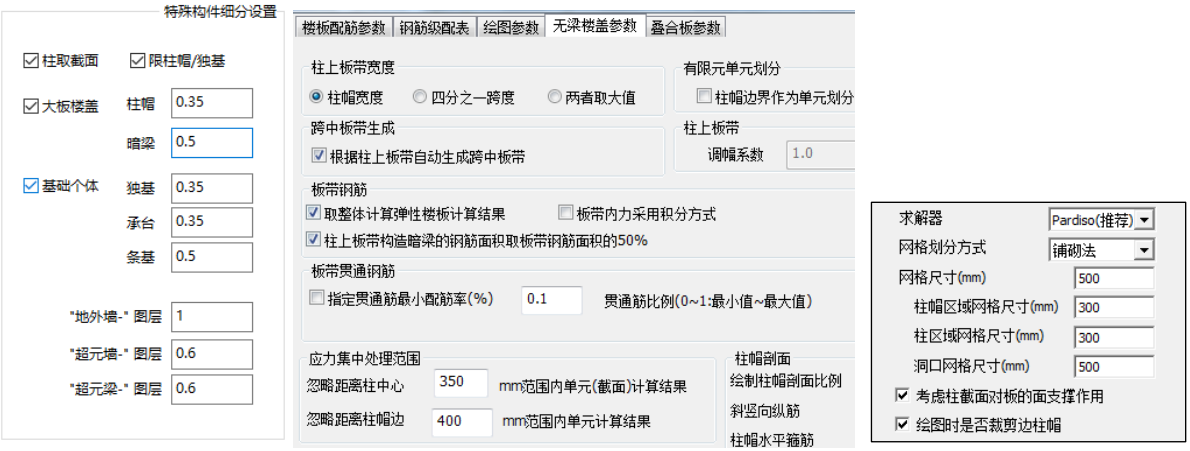
各软件尽可能采用隐含设置。

JG-STRAT：柱帽放专用图层，大板剖分 0.5m，柱帽加密到 0.35，选中“柱取截面”考虑截面域影响。其他采用隐含值。

YJK(1)：大板剖分 0.5m，施工图采用隐含模式“板带内力采用积分方式”。其他采用隐含值。

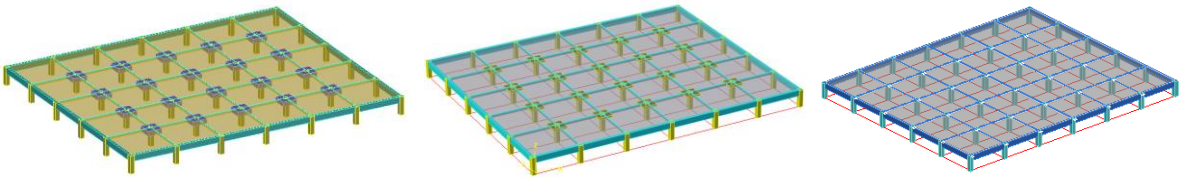
YJK(2)：大板剖分 0.5m，施工图采用“整体计算弹性楼板计算结果”模式，应力集中处理范围忽略距离柱中心 350mm 范围单元内力。其他采用隐含值。

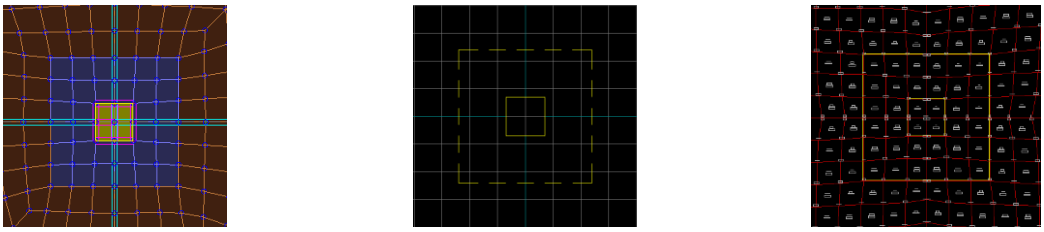
PKPM：选中“考虑柱截面对板的面支撑作用”，网格剖分 0.5m，柱帽剖分 0.3m。其他采用隐含值。




JG 网格剖分　　YJK 参数选项　　PKPM 参数选项

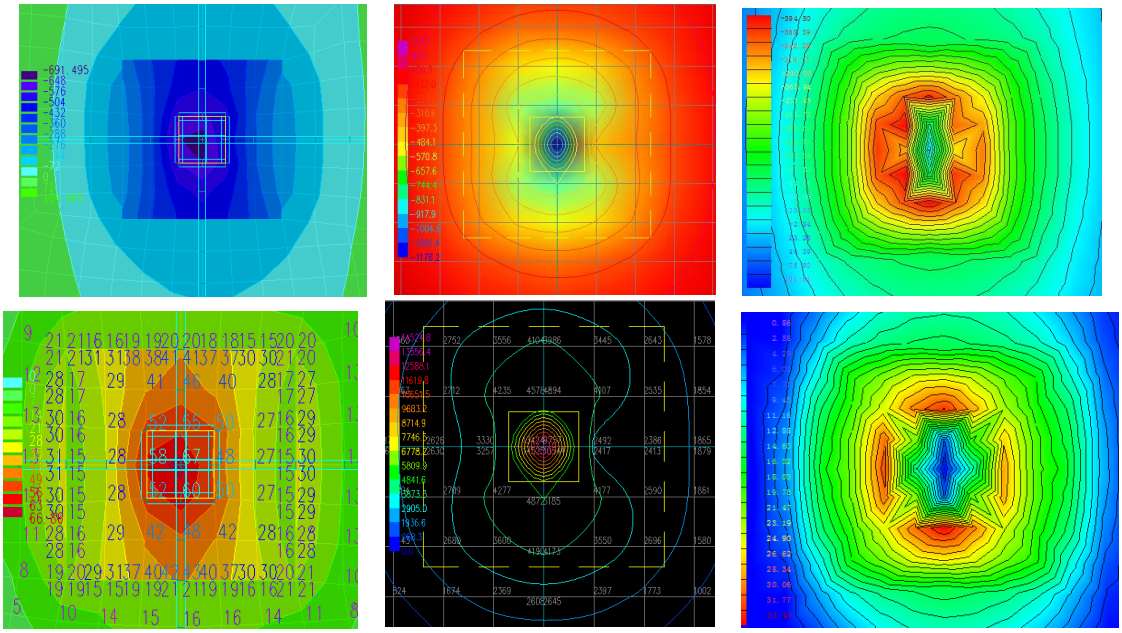
图 1、软件主要参数





JG　　YJK　　PKPM

图 2、计算模型，及柱帽剖分情况



JG　　YJK　　PKPM

图 3、左下柱帽弯矩 Mx(上)，板顶面 X 向配筋(下)

## 3. 柱帽顶面钢筋量统计

统计左下部位柱帽 1～3 各软件的顶面钢筋总面积，列于表 1，如下图。钢筋面积根据程序输出统计值，相关图形见附件 A。

**分析:**

a) YJK(1)，钢筋普遍偏小。

b) YJK(2)，钢筋与 JG 基本一致，但部分仍有较大偏差。

c) PKPM，结果相差悬殊。

**讨论:**

a) PKPM 结果相差悬殊，这里不予讨论。

b) YJK(1)是软件隐含模式。作为面向工程师的工程软件，不同于 ABAQUS 等纯力学软件，为了简化操作、避免误操作可能引起的工程问题，多隐含大量内部处理措施。工程软件的隐含选项自然被认为是软件的“推荐选项”“优先选项”。可以想象，绝大多数工程师都会采用隐含、推荐的选项，包括 JG 以前做的算例。如果实际工程这样做下来，安全可靠性？

c) 为什么隐含这个选项？因为与传统“等代梁”结果一致——相信很多人都听过这种说法，并且这种说法没少用来抨击“受力岛”理论、抨击 JG。那为什么现在又提示采用另外方法呢？——频繁工程事故的巨大压力。——真个是***左右逢源***！坚持原则、坚持科学、坚持深刻理论认

识基础上的独到见解呢？ 别人十多年一直倡导、一直坚持，对比太强烈了吧！

d) YJK(2)虽然接近，但真的相同吗？上面的弯矩、配筋云图可以看出明显差异，柱帽 1 相差也达到 15%。下文再分析。

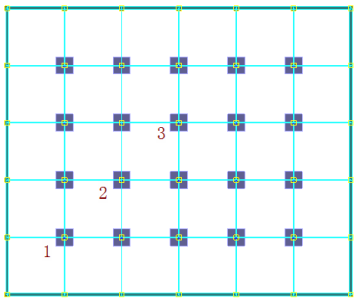



表 1、柱帽顶面钢筋量（单位:mm²）

| | | JG | YJK(1)<br>(隐含模式) | YJK(2) | PKPM |
|---|---|---|---|---|---|
| 柱帽 1 | x | 12555 | 9739 | 14515 | 6202 |
| | y | 12544 | 9739 | 14508 | 6206 |
| 柱帽 2 | x | 9833 | 7317 | 9679 | 4903 |
| | y | 9929 | 7342 | 9782 | 4855 |
| 柱帽 3 | x | 10204 | 7488 | 10118 | 4538 |
| | y | 9854 | 7471 | 10126 | 5122 |

模型总重量（单位:T）

| | JG-STRAT | YJK | PKPM |
|---|---|---|---|
| 恒载质量 | 6402 | 6409 | 6330 |
| 活载质量 | 1920 | 1920 | 1920 |

注：PKPM 恒载可能未含柱帽加厚部分自重，约 79.15T

## 4. 真的相同吗？——网格敏感性

前面 0.5m 网格剖分，JG 与 YJK(2)“恰好”相同，其他情况呢？下表是剖分 1.0m、0.3m 的结果。相关图形见附录 B。

1) JG 在三种剖分情况下，柱帽配筋总量基本不变，偏差最大 2.68%。结果

2) YJK(2)三种剖分情况差别很大。1.0m 剖分普遍偏小，偏差范围 30.12%～31.88%；0.3m 剖分下严重偏大，偏差范围 17.71%～21.37%。YJK(2)的结果对网格敏感，不同剖分长度结果不同。

**讨论:**

a) 板柱节点在有限元中属于“奇点”，误差极大，不做处理是不能直接用于工程的。

b) “受力岛”理论强调合理、准确的计算，板柱奇点的处理是重要内容之一，有完整方法。早期需要人工干预，大约自 V4.0(2009 年)后程序自动处理。该算例如果用 JG 早期版本计算，结果不变。

c) 这里仅对比了一个标准跨的结果，不同柱跨、柱帽厚度、柱截面大小，一旦模型存在问

题，其计算结果是不可预知的！

表 2、柱帽顶面钢筋量统计（单位:$mm^2$）

| | | JG<br>1.0m 剖分 | JG<br>0.5m 剖分 | JG<br>0.3m 剖分 | YJK(2)<br>1.0m 剖分 | YJK(2)<br>0.5m 剖分 | YJK(2)<br>0.3m 剖分 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 柱帽 1 | x | 12892 | 12555 | 12531 | 9986 | 14515 | 18456 |
| | y | 12298 | 12544 | 12530 | 9979 | 14508 | 18451 |
| 柱帽 2 | x | 9854 | 9833 | 9815 | 6593 | 9679 | 11887 |
| | y | 9936 | 9929 | 9909 | 6665 | 9782 | 12060 |
| 柱帽 3 | x | 10212 | 10204 | 10215 | 7070 | 10118 | 12295 |
| | y | 9866 | 9854 | 9869 | 6936 | 10126 | 12520 |
| 偏差 | | 最大 2.68% | | 最大<br>2.01% | -30.12%<br>～-31.88% | | +17.71%<br>～+21.37% |

## 5. 问题远未结束——“岛状”配筋方式与用钢量

统计各软件施工图的钢筋量统计值，列表 3。各软件统计图表见附录 C。

可见 JG 板式楼盖设计，不但柱帽钢筋配足、安全性得到保障，并且总体用钢量最少。

**讨论:**

a) 关键在“岛状”配筋方式——在高精度计算的基础上，不人为区分柱上板带、跨中板带。板底钢筋满布且不同部位区分条带。板顶，a)柱帽钢筋配足、且有足够安全储备；a)其它支座负筋(跨中板带的支座负筋位置)按计算、构造结果配筋。——详细情况请见相关文章或 JG/Design 绘制的施工图。

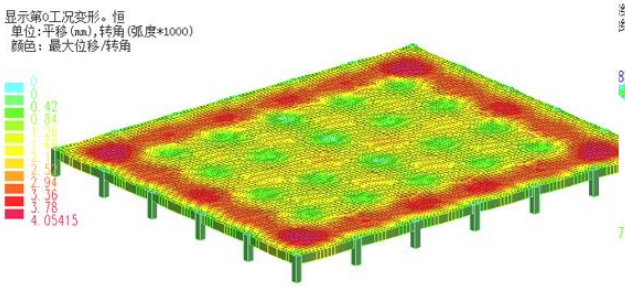
b) 现在计算部分向 JG 靠拢了，希望其他方面也靠拢——全面体现“受力岛”理论。

表 3、总体用钢量统计（单位 T）
(采用各软件统计结果，不含梁柱)

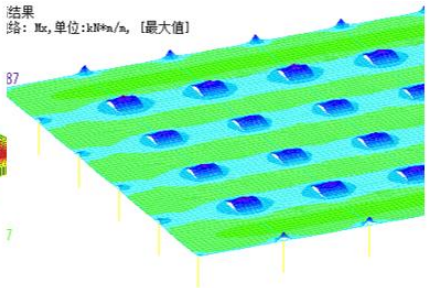
| | JG | YJK | PKPM |
|---|---|---|---|
| 楼　盖<br>钢筋量 | 78.71 | 114.68 | 99.64 |

# 6.附录 A

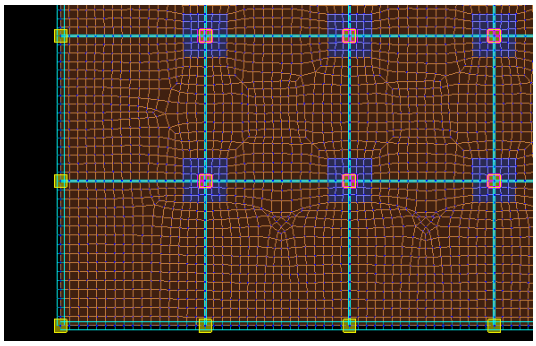
## 6.1 JG 部分结果



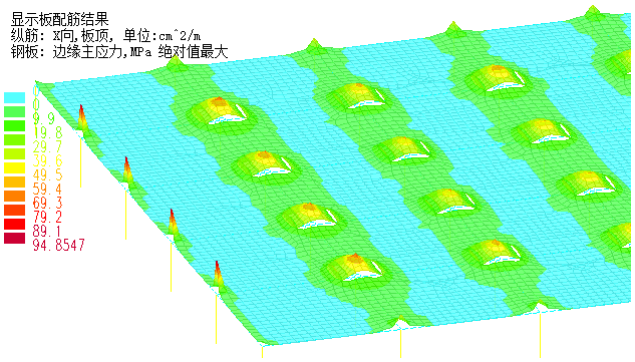

恒载变形图



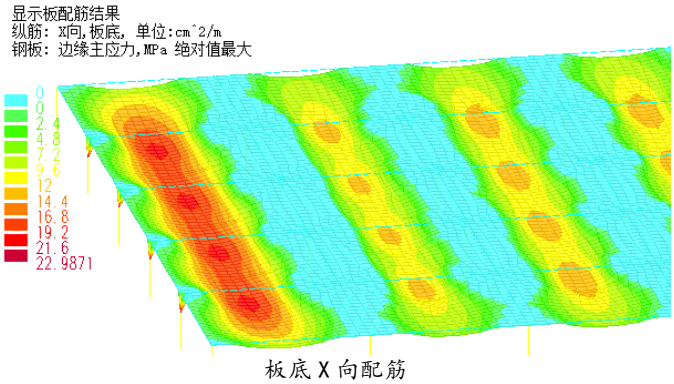

恒载弯矩 Mx



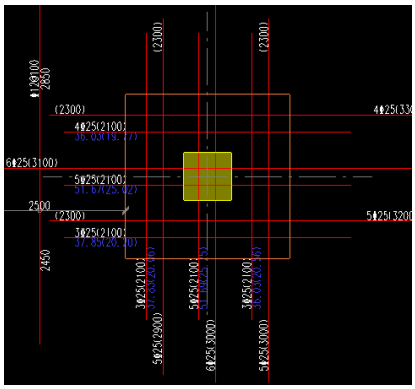
JG 大板网格剖分长度 0.5m，柱帽剖分 0.35m。



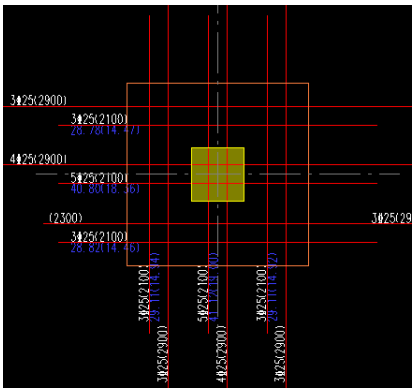

板顶 X 向配筋



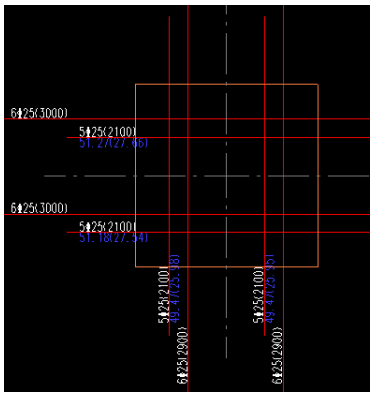

板底 X 向配筋



柱帽 1

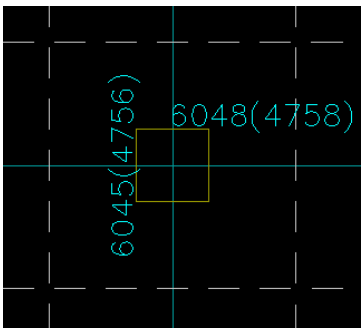


柱帽 2

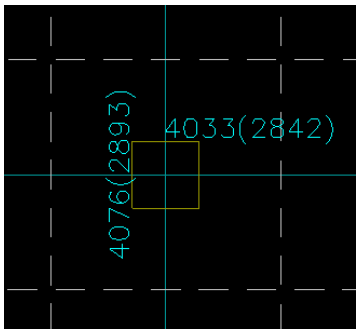


柱帽 3

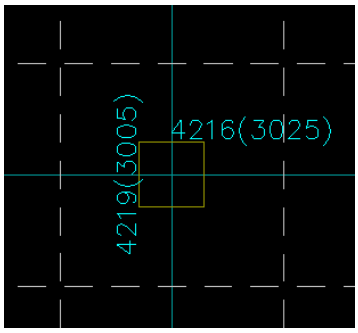
## 6.2 YJK 部分结果(0.5m 剖分)



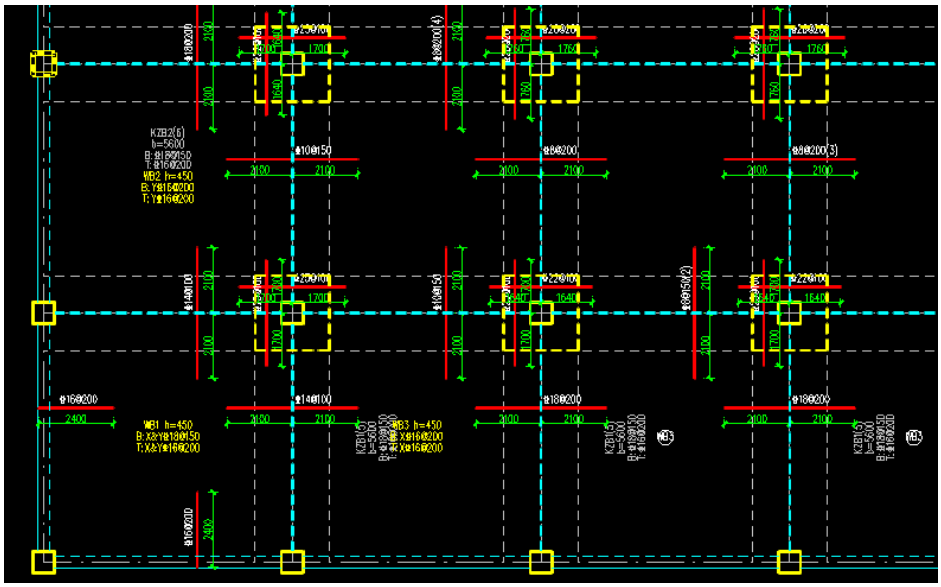

柱帽 1-YJK



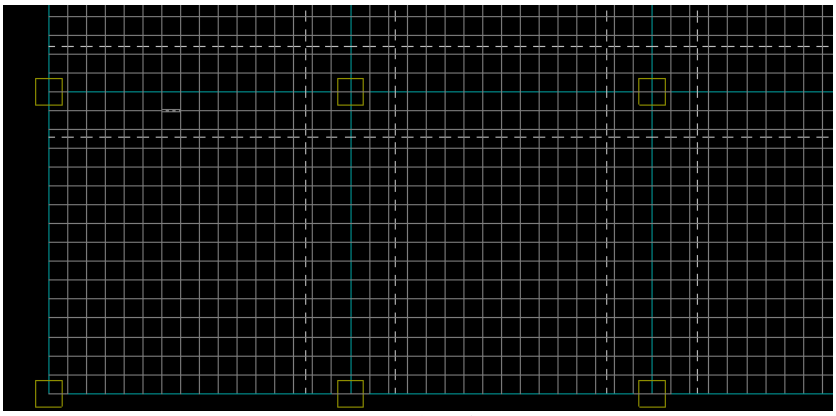

柱帽 2-YJK




柱帽 3-YJK

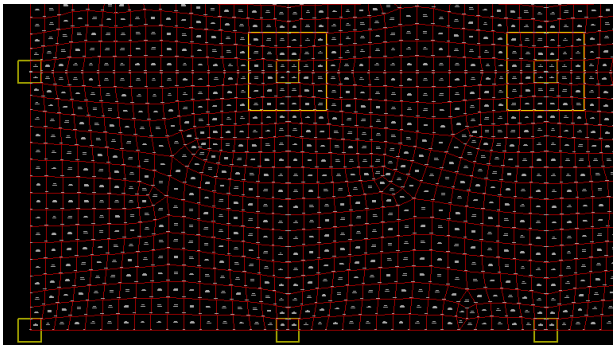


YJK 实配值

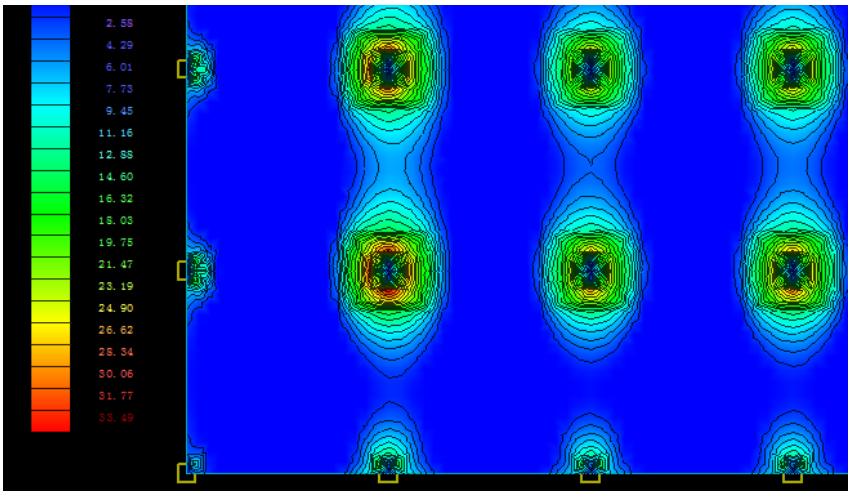


YJK 网格剖分长度 0.5m

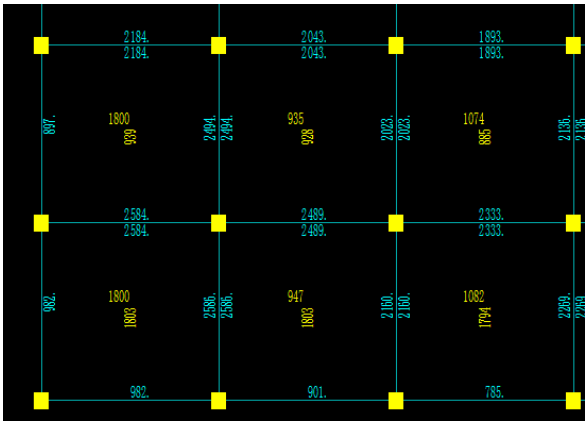
## 6.3 PKPM 部分结果



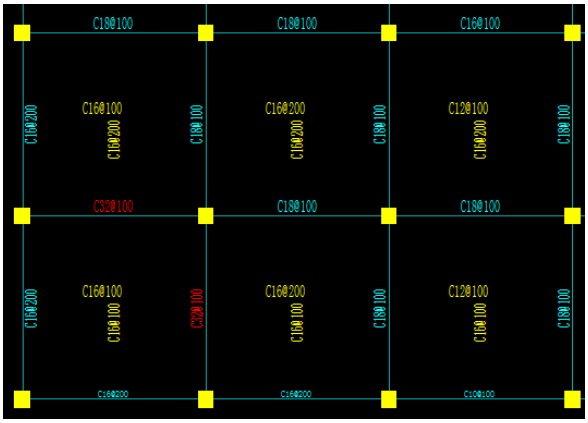
PKPM 网格剖分（大板 0.5m，柱帽、柱截面区域剖分 0.3m）




PKPM 板顶配筋 Asx

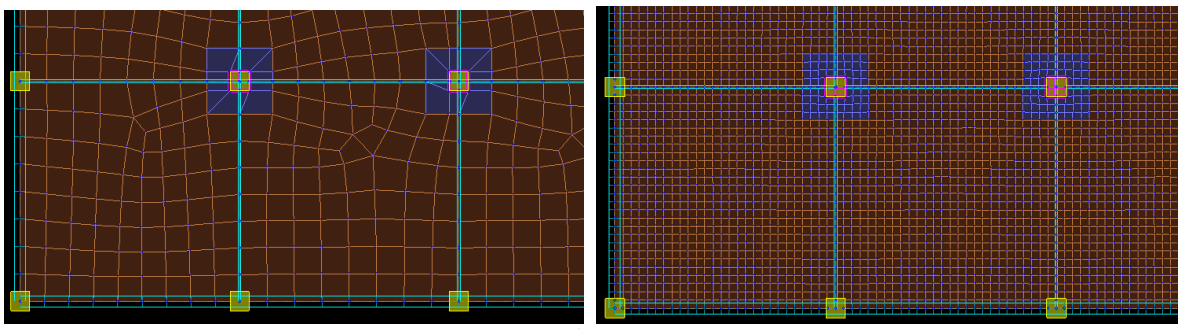


PKPM 统计配筋(计算值)

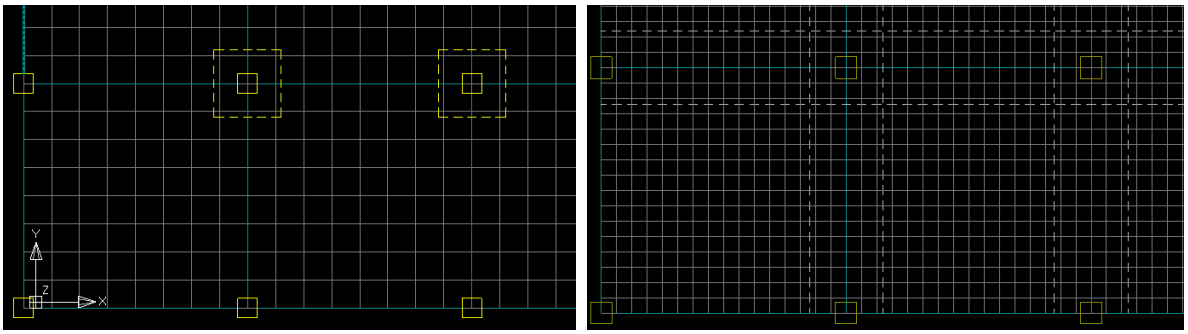


PKPM 实配筋

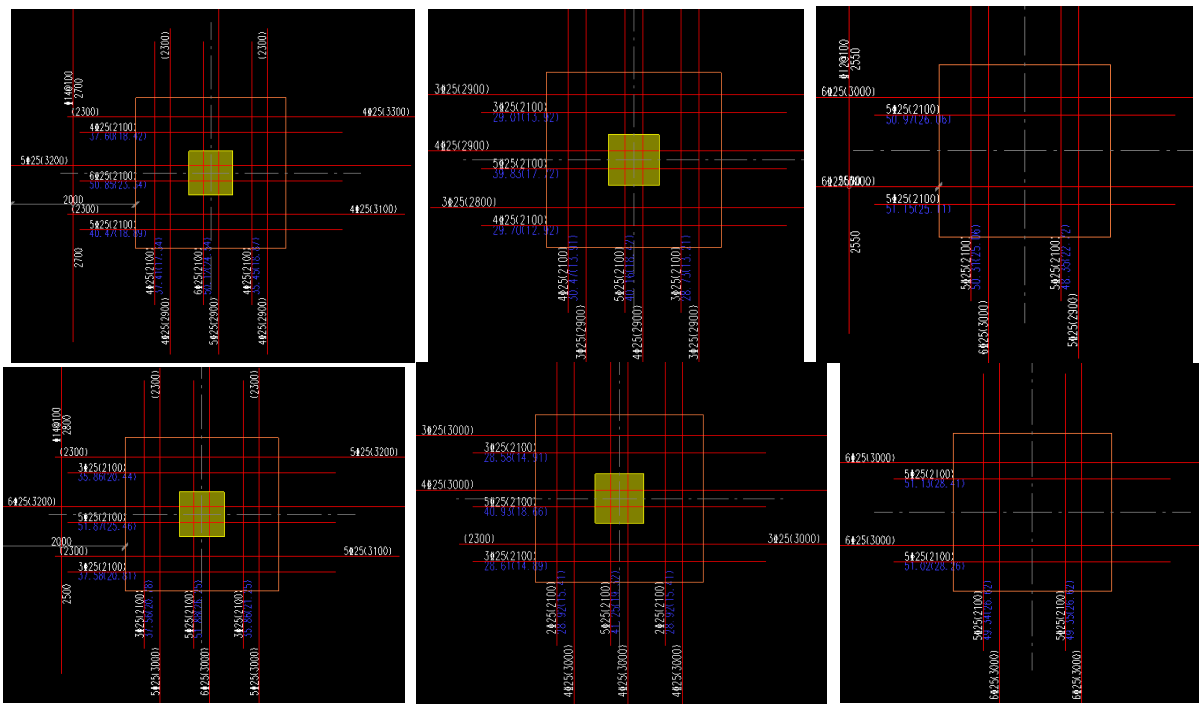
# 7. 附录 B



JG 网格剖分(左 1.0m，右 0.3m)

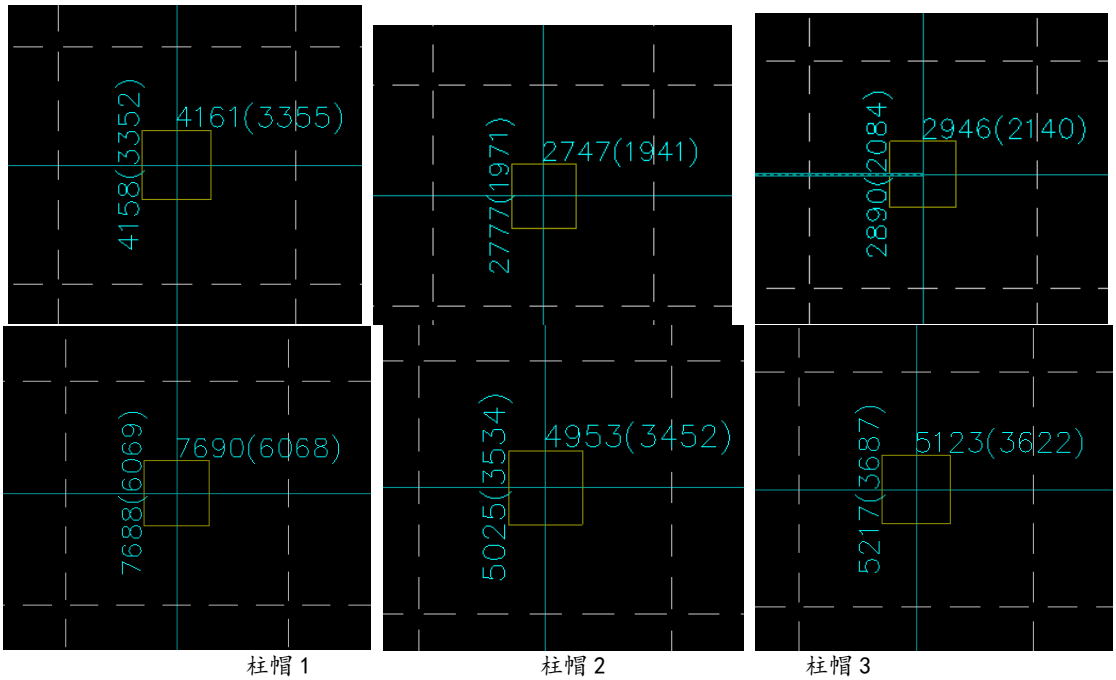


YJK 网格剖分(左 1.0m，右 0.3m)



柱帽 1　　柱帽 2　　柱帽 3

JG 网格剖分 1.0m、0.3m 柱帽钢筋（上 1.0m，下 0.3m)




柱帽 1　　柱帽 2　　柱帽 3

YJK 网格剖分 1.0m、0.3m 柱帽钢筋（上 1.0m，下 0.3m）

# 8. 附录 C

==========【钢筋量(整体统计)，单位T】==========

| 【钢筋量】 | 梁纵筋/箍筋 | | 柱纵筋/箍筋 | | 墙端柱纵/箍 | | 墙身 | | 小板底筋/顶筋 | | 大板底筋/顶筋 | | 肋梁纵筋/箍筋 | | 柱帽 | 层总量 | 单位面积量[kg/m^2] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 层0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | 0.000 |
| 层1 | 8.52 | 2.06 | 4.54 | 1.21 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 44.22 | 15.67 | 0.00 | 0.00 | 18.72 | | 94.94 | 49.445 |
| 总计 | 8.52 | 2.06 | 4.54 | 1.21 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 44.22 | 15.67 | 0.00 | 0.00 | 18.72 | | 94.94 | 49.445 |

JG 板钢筋量统计

楼板钢筋用量

| 楼层号 | 钢筋类别 | 钢筋直径 | 钢筋最短长度(mm) | 钢筋最长长度(mm) | 钢筋根数 | 钢筋总长度(mm) | 钢筋重量(kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | HRB400 | 25 | 4240 | 4240 | 450 | 1908000 | 7352.21 |
| 1 | HRB400 | 22 | 4120 | 8000 | 887 | 6126000 | 18280.24 |
| 1 | HRB400 | 28 | 4360 | 4360 | 156 | 680160 | 3287.66 |
| 1 | HRB400 | 16 | 3240 | 8000 | 3236 | 24364800 | 38455.84 |
| 1 | HRB400 | 14 | 5040 | 5040 | 640 | 3225600 | 3897.86 |
| 1 | HRB400 | 10 | 5040 | 5040 | 432 | 2177280 | 1342.37 |
| 1 | HRB400 | 8 | 5040 | 5040 | 924 | 4656960 | 1837.56 |
| 1 | HRB400 | 18 | 5040 | 8000 | 2665 | 20136000 | 40223.30 |
| 全楼 | HRB400 | 25 | 4240 | 4240 | 450 | 1908000 | 7352.21 |
| 全楼 | HRB400 | 22 | 4120 | 8000 | 887 | 6126000 | 18280.24 |
| 全楼 | HRB400 | 28 | 4360 | 4360 | 156 | 680160 | 3287.66 |
| 全楼 | HRB400 | 16 | 3240 | 8000 | 3236 | 24364800 | 38455.84 |
| 全楼 | HRB400 | 14 | 5040 | 5040 | 640 | 3225600 | 3897.86 |
| 全楼 | HRB400 | 10 | 5040 | 5040 | 432 | 2177280 | 1342.37 |
| 全楼 | HRB400 | 8 | 5040 | 5040 | 924 | 4656960 | 1837.56 |
| 全楼 | HRB400 | 18 | 5040 | 8000 | 2665 | 20136000 | 40223.30 |

| 层号 | 钢筋量(kg) | 楼面面积(m2) | 单位用钢量(kg/m2) |
|---|---|---|---|
| 1 | 114677.1 | 1920.0 | 59.73 |
| 合计 | 114677.1 | 1920.0 | 59.73 |

YJK 板钢筋量统计

| 类别 | 层号 | 面积(m2) | HRB400 | | | | | | 合计(kg) | 单位面积量(kg/m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 32 | | |
| 板 | 第1层 | 1920.00 | 148.71 | 9091.22 | 312.63 | 42056.77 | 27547.45 | 20485.54 | 99642.32 | 51.90 |
| | 合计 | 1920.00 | 148.71 | 9091.22 | 312.63 | 42056.77 | 27547.45 | 20485.54 | 99642.32 | 51.90 |
| | | | 99642.32 | | | | | | | |
| 合计 | | 1920.00 | 148.71 | 9091.22 | 312.63 | 42056.77 | 27547.45 | 20485.54 | 99642.32 | 51.90 |
| | | | 99642.32 | | | | | | | |

PKPM 板钢筋量统计