

# 丽景大厦的结构设计\*

陈 火 忠

(厦门市建筑设计院, 厦门 361003)

**摘要** 通过对20层底层大空间剪力墙结构的结构布置、基础方案和伸缩缝问题进行技术经济分析, 提出一种技术先进、经济合理的结构方案, 并着重介绍大开间、低层高剪力墙结构中劲性砼的应用, 以供设计同类工程参考。

**关键词** 结构设计, 高层建筑, 剪力墙

**分类号** TU 973

丽景大厦位于厦门市湖滨南路北侧, 是一座以商住为主的综合性大楼, 总建筑面积 15 074 m<sup>2</sup>。地面以上主体有 20 层, 第一层为车库和公共服务设施; 2~20 层为住宅。地面以上总高度达 66.40 m (含水箱机房层), 地下第一层为设备用房和人防地下室, 层高为 4.5 m。剖面图见图 1。

标准层采用大开间的剪力墙结构, 底层为大空间框支剪力墙结构, 基础采用桩径为 1.0~1.4 m 的冲孔灌注桩, 楼盖采用现浇的梁板结构, 部分梁、柱采用劲性砼结构。

## 1 结构布置与计算

### 1.1 结构布置

由于本建筑总高度不大, 采用芯筒-框架体系即可满足结构的需要, 但因柱子外露而影响建筑的使用和美观, 经协商, 决定住宅部分采用大开间的剪力墙结构。它的主要优点是: (1) 消除柱子外露; (2) 减少剪力墙的数量, 即减少了地震力; (3) 可满足底层大空间的需要。剪力墙的布置主要沿着建筑物的外墙、内纵墙和楼、电梯井, 具体的平面布置见图 2。底层在靠近中央位置利用楼、电梯井设置剪力墙筒, 在端部设置适当数量的剪力墙, 具体平面布置见图 3。

### 1.2 结构计算

经计算, 标准层与底层剪切刚度比  $r=1.36$ , 落地剪力墙百分比为 0.64。运用 TBSA 4.2

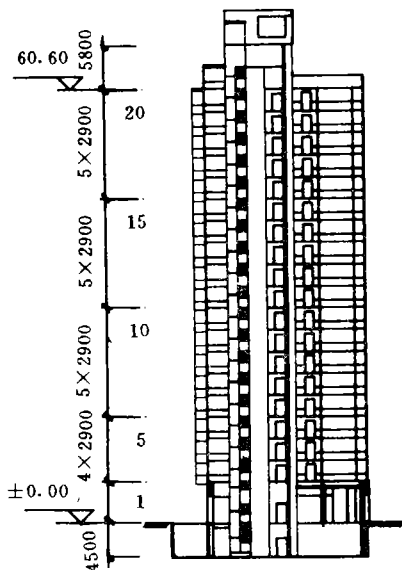


图1 丽景大厦剖面图

\* 本文 1996-09-16 收到

版对结构进行计算,其主要计算参数如下:地震基本烈度为 7 度,Ⅲ类场地,基本风压为 0.83

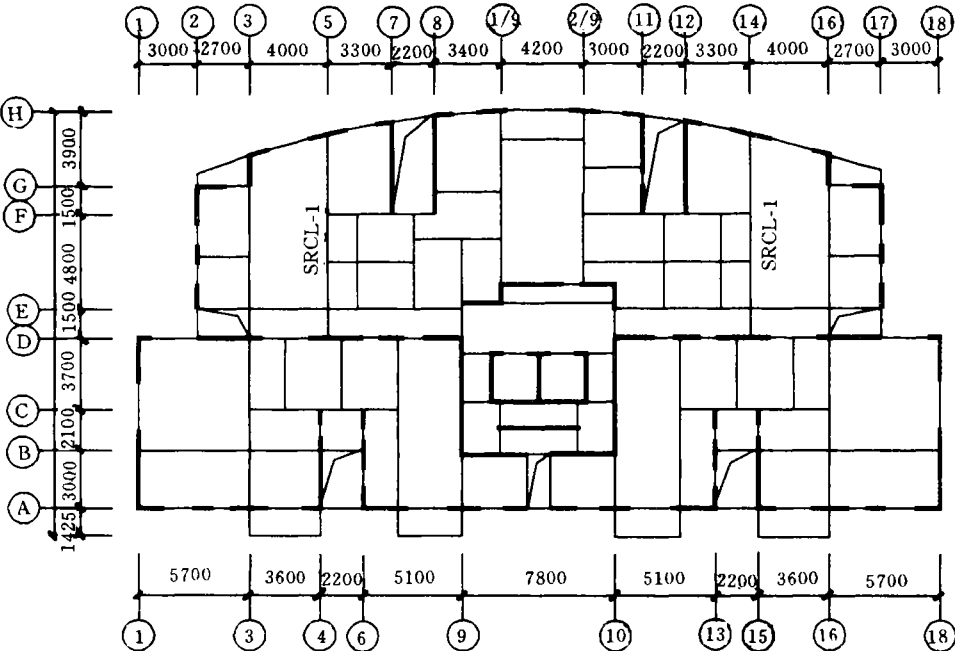


图 2 标准层结构平面图

Pa. 砼强度等级:1~10 层为 C40; 11~20 层为 C30. 其计算结果见表 1. 表 1 中  $T$  为基本周期,  $F_0$  为底部剪力,  $u$  为最大层间位移,  $U$  为顶点位移.

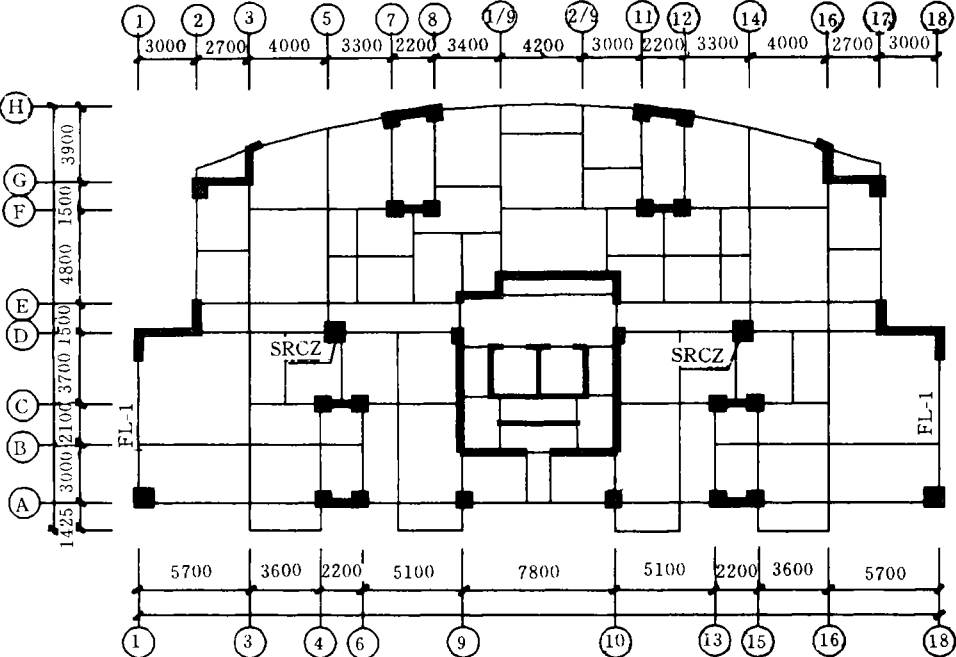


图 3 一层结构平面图

表 1 电算结果

| 振动形式 | 方向 | T/s  | F <sub>0</sub> /kN |       | F <sub>0</sub> /w | u/mm | u/h     | U/mm | U/H     |
|------|----|------|--------------------|-------|-------------------|------|---------|------|---------|
|      |    |      | 地震                 | 风载    |                   |      |         |      |         |
| 平面   | X  | 0.79 | 6 245              | 2 901 | 0.033             | 0.6  | 1/5 029 | 10.1 | 1/6 321 |
| 振动   | Y  | 1.29 | 4 648              | 5 468 | 0.029             | 1.3  | 1/2 356 | 22.0 | 1/2 885 |
| 弯扭耦  | X  | 1.30 | 6 219              | 2 901 | 0.033             | 0.6  | 1/5 036 | 10.1 | 1/6 314 |
| 连振动  | Y  |      | 4 619              | 5 468 | 0.029             | 1.3  | 1/2 356 | 22.0 | 1/2 885 |

平面振动的前 3 个振型曲线见图 4. 振型曲线光滑,无明显拐点,说明整个结构沿竖向无明显刚度突变,其基本振型呈弯曲型. 运用有限元分析软件 TBFEM1.0 版对 FL-1(具体位置见图 3)框支梁进行有限元分析,计算取托梁以上三层进行分析,托梁内力分布见图 5.

钢筋砼柱轴压比最大值为 0.59, 劲性砼柱轴压比最大值为 0.61, 计算时轴力放大系数为 1.20.

1.3 劲性砼结构的应用

(1) 劲性砼梁<sup>[1~3]</sup>. 由于剪力墙开间大、层高较小,且建筑上要求梁不能横穿客厅,因而造成梁跨度较大,最大达 10.8 m. 为满足使用上的需要,采取了以下两个措施:(a)为减轻自重,填充墙大部分用加气砼砌块;(b) 对于大跨度梁,采用劲性砼结构,梁的平面位置见图 2SRCL-1. 由于梁的线刚度较小且梁与墙肢正交,水平力对梁的内力影响较小. 因此,计算仅考虑在重力荷载作用下的情况. 计算时先按钢筋砼结构计算,再按劲性砼结构计算. 两种梁的断面见图 6,表 2 列出两种结构的计算结果. 表 2 中  $b \times h$  为截面尺寸, $F_v$  为抗剪承载力, $B_{max}$  为最大裂缝宽度, $f$  为挠度.

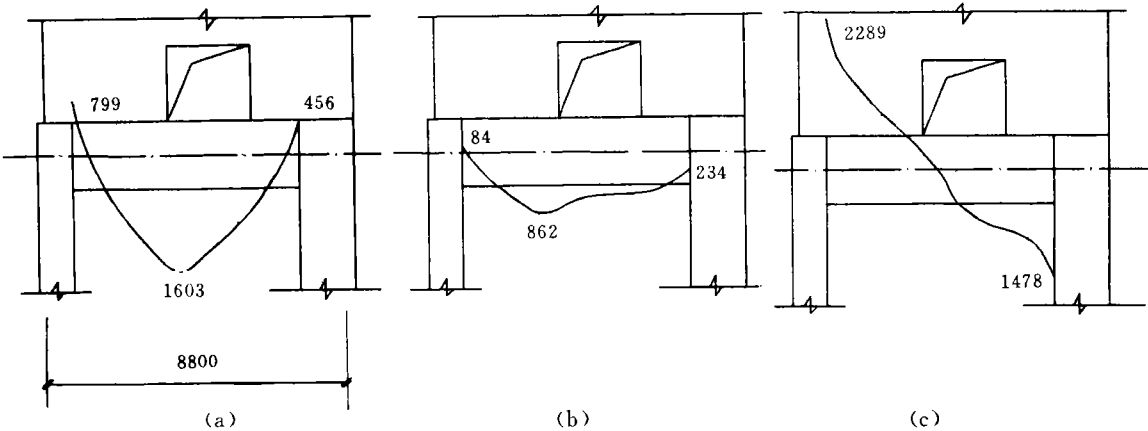
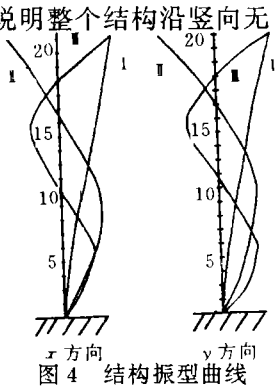


图 5 托梁内力分布图

计算结果表明,采用钢筋砼梁虽能满足强度要求,但挠度大,不能满足规范要求. 采用劲性砼梁,虽断面略有减小、承载力与前者相当,但抗变形能力却有较大的提高. 其裂缝宽度减少 32%, 挠度值减小 51%, 可满足规范要求. 应当指出,在计算劲性砼梁的挠度时,并未考虑施工阶段型钢在自重及模板重量作用下的挠度,即劲性砼梁在施工时仍需加临时支撑,直至梁

砼达到设计强度时方可拆去。

表 2 钢筋砼梁和劲性砖梁对比

| 结构形式 | $b \times h/\text{mm}^2$ | 承载力设计值                       |                 | $B_{\text{max}}/\text{mm}$ | $f/\text{mm}$ | $f/L$       |
|------|--------------------------|------------------------------|-----------------|----------------------------|---------------|-------------|
|      |                          | $M/\text{kN} \cdot \text{m}$ | $F_v/\text{kN}$ |                            |               |             |
| 钢筋砼  | 250×740                  | 995                          | 323             | 0.22                       | 53.3          | 1/203>1/300 |
| 劲性砼  | 250×700                  | 994                          | 756             | 0.15                       | 25.9          | 1/417>1/300 |

(2) 劲性砼柱<sup>(1~3)</sup>。使用钢筋砼结构,由于中间框支柱荷载较大且框支梁较高,使框支柱呈短柱形态。按规范<sup>(4)</sup>规定,轴压比限值得降低 0.05,这样柱子断面就更大,尺寸需达 1.2×1.2 m,造成延性及耗能能力恶化。采用劲性砼柱,柱断面减至 1.0×1.0 m,柱子高宽比由 3.3 增至 4.0,且由于型钢的存在而使柱子延性和耗能能力得到明显的改善。表 3 是两种结构形式柱承载力设计值的对比结果,其中  $F_N$  为轴向承载力,柱截面型式见图 7。

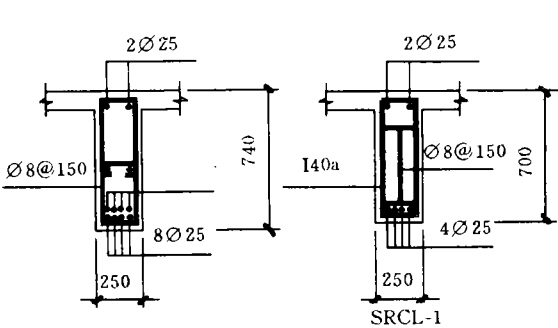


图 6 梁截面图

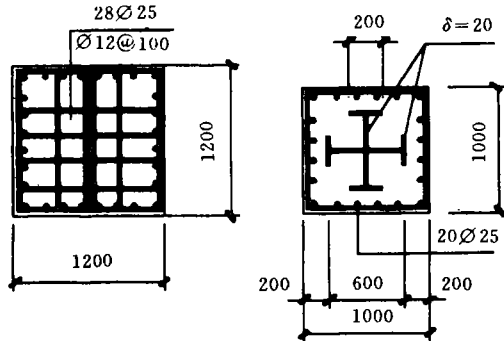


图 7 柱截面图

表 3 钢筋砼柱和劲性砼柱承载力对比<sup>①</sup>

| 结构型式 | $F_N/\text{kN}$ | $F_v/\text{kN}$ |
|------|-----------------|-----------------|
| 钢筋砼  | 18 252          | 3 623           |
| 劲性砼  | 22 275          | 2 526           |

① 钢筋砼柱竖向承载力设计值仅按轴压比控制条件 0.65 计算

在梁柱节点处,钢筋与型钢的关系见图 8。在柱脚,其节点如图 9。

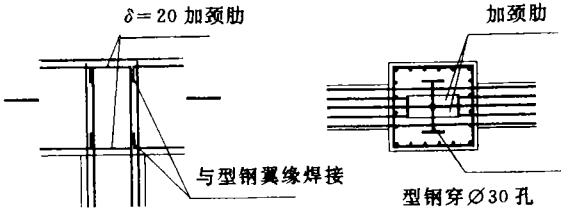


图 8 劲性砼柱节点图

2 地下室砼温度收缩应力

地下室底板厚 500 mm,核心筒部分由于兼做承台,板厚 1 600 mm,外墙 400 mm,顶板 250 mm,砼强度等级为 C40。施工时将产生一定的水化热,砼在降温及自身硬化的过程中将会收缩并产生拉应力,规范<sup>(5)</sup>规定伸缩缝最大间距为 30 m,而本工程地下室长度为 41 m。考虑到地下室底板正好放在透水性良好的砂层上,若设后浇带,一方面要延长地下室抽排水的时间;另一方面后浇带若施工不当,则易发生渗漏。根据有关文献<sup>(6,7)</sup>论证,决定在砼中加入 10%  $\alpha$  型膨胀剂等量替换水泥,在砼中建立预压应力以抵消砼的拉应力,从而保证了地下室可以一次性施工完毕。

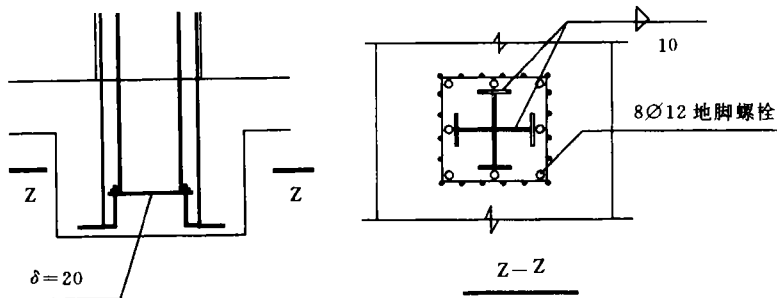


图 9 劲性砼柱脚节点

3 基础设计

根据地质勘察报告,场地土层分布如图 10,地下水距地表 1.8~2.4 m. 根据上部结构的结构形式及荷载情况,该工程须采用大吨位的桩基础. 由于场地濒临员当湖,地下水丰富,从地下室底板底面算起至残积土层,须穿越 0.0~3.1 m 厚的砂层和 2.8~6.8 m 厚的淤泥层. 因此,排除了人工挖孔桩的可能性,而大口径冲孔灌注桩则是比较合适的桩型. 设计时考虑了两种方案:(1)是落在中风化岩上;(2)是落在微风化岩上,取有代表性的一根桩进行计算. 表 4 是两种方案的对比结果,其中桩基承载力是根据文[8]计算而来的. 表 4 中  $L$  为桩长, $H$  为嵌岩深度, $F$  为单桩承载力, $C$  为造价.

由上表可看出:(1)从技术上说,若桩端持力层选在微风化岩,桩承载力由桩身强度控制,且要达到此数值,则持力层选在中风化岩就可以满足了;(2)从施工可行性来说,桩端要嵌入我化岩,就要打穿 1.0~6.5 m 厚的中风化岩,这对大多数桩来说是较困难.(3)从经济上来说,后者承载力虽比前者提高 62.6%,但造价却提高 69%,因此这并不经济. 最后决定除 ZH-4 持力层为强风化岩外,其余桩桩端持力层均为中风化岩.

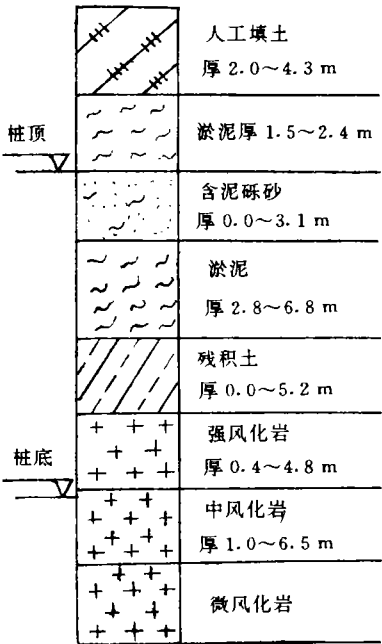


图 10 地质剖面图

表 4 不同持力层桩技术经济指标<sup>①</sup>

| 桩端持力层 | $L/m$ | $H/m$ | $F/kN$          | $C/元$  |
|-------|-------|-------|-----------------|--------|
| 中风化岩  | 7.7   | 0.6   | 8 000(13 000)   | 9 233  |
| 微风化岩  | 11.5  | 3.8   | 37 910 (13 000) | 15 581 |

①桩径为 1.2 m, 砼强度等级为 C30, 括号内数值为桩身强度

4 结论

(1) 本设计采用劲性砼梁解决了跨度大与层高低的矛盾,并运用劲性砼柱以改善柱子的

延性及耗能能力。

(2) 在地下室长度超过规范限值的情况下,采用加入膨胀剂和取消后浇带的做法,可使地下室底板一次性施工完毕。

(3) 基础通过多种桩型技术、经济和可行性分析,采用了以中风化岩为桩端持力层的冲孔灌注桩的方案,因而可满足工程要求。

### 参 考 文 献

- 1 周起敬,姜维山,潘泰华. 钢与混凝土组合结构设计施工手册. 北京:中国建筑工业出版社,1991. 173~269
- 2 刘列平. 劲性钢筋砼偏心受压中长柱的试验研究. 建筑结构学报,1995, (6): 45~52
- 3 蔡益燕,王国周. 钢管混凝土柱截面简化计算. 建筑结构, 1995, (8): 8~15
- 4 中国建筑科学研究院. JGJ3-97 钢筋混凝土高层建筑结构设计与施工规程. 北京:中国建筑工业出版社, 1991
- 5 中华人民共和国城乡建设环境保护部. GBJ10-89 混凝土结构设计规范. 北京:中国建筑工业出版社,1989
- 6 游宝坤,吴万春,韩立林. 取消伸缩缝的设计新方法. 建筑结构,1993, (1): 44~45
- 7 赵志缙,赵 帆. 高层建筑基础工程施工. 第2版. 北京:中国建筑工业出版社,1994. 354~408
- 8 中国建筑科学研究院. JGJ94-94 建筑桩基技术规范. 北京:中国建筑工业出版社,1995

## Structural Design of Lijing Mansion in Xiamen

Chen Huozhong

(Xiamen Institute of Architectural Design., 361003,Xiamen)

**Abstract** In relation to a 20 storeyed shearwall mansion with an ample space in the ground floor, the author describes its structural arrangement, foundation design, and dilatation joints. Stress is laid on the application of steel reinforced concrete to the quite wide, low storey height and shear wall structure.

**Keywords** structural design, tall building, shear wall