

# 剪力墙住宅项目结构节材设计

徐珂

15601060166

15601060166@126.com

<http://www.jiegoublog.cn/>

北京清华同衡规划设计研究院建筑分院

北京清城华筑建筑设计研究院有限公司

结构所

## 目录

- 一、 节材设计的外在因素
- 二、 节材设计的核心问题
- 三、 影响结构用材量的外部因素
- 四、 与甲方的造价思路相统一
- 五、 节材设计案例

## 一、节材设计的外在因素

- 1、绿色节能设计要求
- 2、甲方经济效益要求
- 3、建设人工成本变化
- 4、设计竞争力的影响
- 5、方案多样性决定材料用量差异性

## 一、节材设计的外在因素

### 1 绿色节能设计要求

通过多年项目设计总结可以得到以下认识

结构材料重量 占 住宅材料重量的**70~90%**

剪力墙住宅结构材料由**混凝土和钢材**组成

节材设计就是**高效利用结构材料**实现建筑使用功能

多用材料可以提升结构的安全度但不是有效手段

## 一、节材设计的外在因素

### 1 绿色节能设计要求

剪力墙住宅材料用量变化

2002年北京住宅统计数据显示，高层住宅每平方米综合材料用量为

钢筋 80~110公斤          混凝土 0.45~0.50方

目前阶段    大型房地产商对北京地区控制指标

钢筋 50~55公斤          混凝土 0.38~0.42方

材料用量下降

钢筋    **-50%**                  混凝土    **-15%**

## 一、节材设计的外在因素

### 1 绿色节能设计要求

2002至2012年十年间

**设计目标没有太大变化**

同样设计住宅

**设计规范要求更加严格**

00版变成10版

**住宅设计高度越来越高**

设计难度加大

**结构材料用量大幅降低**

节能设计压力

**结构的安全性没有降低**

## 一、节材设计的外在因素

### 1 绿色节能设计要求

中国于2007年发布国家标准GB 50378 《绿色建筑评价标准》

第4章为住宅篇 第4.4节讲述**节材与材料资源利用**的标准和要求

结构设计在绿色建筑中的核心体现就是**节材设计**

第4章为住宅篇 第4.4节为**节材与材料资源利用**

结构设计在绿色建筑中的体现就是**节材设计**。

4.4.5 **建筑结构材料合理采用高性能混凝土、高强度钢。**

4.4.9 在保证性能的前提下，使用可再循环建筑材料，其用量占同类建筑材料的比例不低于30%。

## 一、节材设计的外在因素

### 1 绿色节能设计要求

采用高性能混凝土

对于竖向承重结构构件，在相同承载力下，采用强度等级较高的混凝土可以减小构件截面尺寸，**节约混凝土用量，增加建筑物使用面积。**

在混凝土竖向承重结构中，C50及以上的混凝土具有明显的技术性能优势和节材效果。

提高混凝土耐久性，延长混凝土建筑物使用寿命，是建筑节能的重要途径。

### 一、节材设计的外在因素

#### 1 绿色节能设计要求

2005年以前我国建筑用钢筋主要采用HRB335

美国、日本、欧洲主要采用400MPa、500MPa级钢筋

HRB400高强钢筋具有强度高、韧性好和焊接性能优良等特点

**用HRB400钢筋代替HRB335钢筋，可节省10%~14%的钢材**

如果将我国混凝土结构的主导受力钢筋强度提高到400~500MPa（HRB400级和HRB500级），则可节约钢筋用量约30%。

HRB400等高强钢筋的推广应用，可以明显节约钢材资源。

### 一、节材设计的外在因素

### 2 甲方经济效益要求

住宅的售价高 主要是 土地成本占了大比重

结构材料用量影响土建造价

2000年平均用钢量为100公斤每平方米

2012年平均用钢量为50公斤每平方米

目前钢筋综合造价为6000元每公斤

十年间设计变化结果：**每平方米钢筋造价节约300元每平方米**

## 一、节材设计的外在因素

## 2 甲方经济效益要求

甲方造价部门核算材料指标并进行项目总结

大型房地产企业均有材料用量对比标准

网上有万科、华润、恒大等企业的材料用量总结报告

对节材设计有**指导**作用和**约束**作用

统计标准是55公斤 设计出来是65公斤 **增加造价50元/平**

统计标准是55公斤 设计出来是45公斤 **增加收益50元/平**

二十万平米的项目 甲方经济效益相差2000万

## 一、节材设计的外在因素

## 2 甲方经济效益要求

### 甲方考察设计院出发点

建筑效果 功能细节 看 建筑师水平

工程造价 节材意识 看 结构师能力

---

### 甲方对结构专业考察点

复杂结构 特殊结构 看 解决问题方法 (能不能)

普通项目 常规项目 看 节材设计意识 (省不省)

相同项目 节材设计 看 节材控制能力 (优不优)

### 一、节材设计的外在因素

### 3 建设人工成本变化

2002年建筑工人的日工资在50~200元

2012年建筑工人的日工资在300~500元

上涨幅度在 **150~500%**

未来人工成本还会继续提高 基本没有下降的可能

**人工成本 与 结构材料用量 有直接关系**

节材设计 是 降低建设中人工成本 重要手段

## 一、节材设计的外在因素

### 3 建设人工成本变化

降低人工成本在节材设计中的方法

#### 直接法

用最少的材料 实现建筑设计目标 （直观节材）

用合理的结构形式 减少施工环节 （设计节材）

#### 间接法

采用预制构件减少材料浪费、节省施工流程 （工业化节材）

采用隔震、减震技术降低上部结构材料用量 （技术性节材）

## 一、节材设计的外在因素

## 4 设计竞争力的影响

结构造价占住宅总造价 70~90%

结构设计决定结构造价 70~80%

设计方案 包含 建筑方案 **结构方案** 机电方案

---

建筑方案 决定 商品品质 影响 销售价格

**结构方案** 决定 造价成本 影响 资金占用

机电方案 决定 能源布局 影响 长期能耗

## 一、节材设计的外在因素

### 4 设计竞争力的影响

住宅设计市场平均价格      平均25元/平米

结构设计在整个设计中      一般7元/平米

以建筑面积二十万平米一期住宅计算

设计费合计为500万      结构设计费占140万

统计标准是55公斤 设计出来是65公斤 **减少收益50元/平**

统计标准是55公斤 设计出来是45公斤 **增加收益50元/平**

甲方经济效益相差2000万

**140万引发2000万的变化？**

## 一、节材设计的外在因素

### 4 设计竞争力的影响

关于结构优化

优化设计一般采用分账收费方式 根据节省金额按10~30%比例收费

二十万平米住宅 每平方米节约50元 优化单位收取10元

甲方实际节省造价800万 优化单位收取200万

**问题**

甲方**实际节省多少资金**？

项目实际支付 $500 + 200 = 700$ 万设计费 其中结构设计340万

## 一、节材设计的外在因素

### 4 设计竞争力的影响

常见结构优化情况

设计单位

设计人员缺乏节材设计意识

没有明确的结构设计方案

设计出来是65公斤每平方米

**被优化后修改设计也不彻底**

优化单位

有节材设计经验和项目总结

根据合同短期做出优化方案

追求经济效益夸大节省材料量

**实际可实施的方案要打折扣**

## 一、节材设计的外在因素

### 4 设计竞争力的影响

与其

**多量设计 + 结构优化 + 修改设计 = 各方头疼产品**

从65公斤用钢量减少到55公斤 甲方满意否

---

不如

**节材设计 = 各方满意产品**

精心设计 合理节材 直接设计做到45公斤

## 一、节材设计的外在因素

### 5 方案引起差异性

**节材设计 不等于 依据经验一平米多少材料用量**

节材设计是根据住宅方案选择合理的节材设计方案

**不同的住宅方案导致不同的材料用量**

高层住宅 与 低层住宅 用钢量着重点差别

风载控制 与 地震控制 用钢量着重点差别

板式住宅 与 点式住宅 用钢量着重点差别

结构设计不能理解掌控各类差异 节材设计就是糊涂账

## 一、节材设计的外在因素

### 5 方案引起差异性

**节材设计 不等于 往最少的材料用量去设计**

节材设计 取决 住宅品质对材料用量的合理运用

**不同的住宅产品有不同的技术要求**

结构墙体布置数量 对 用户使用的影响

结构连梁布置位置 对 立面效果的影响

结构楼板布置方式 对 室内效果的影响

结构设计要以建筑使用功能为本 不能为单纯节材而设计

## 二、节材设计的核心问题

- 1、结构安全是节材设计之首
- 2、漫无目的的减材是危险设计
- 3、结构专业节材就是最好？
- 4、总体方案节材才是最好！

## 二、节材设计的核心问题

### 1 结构安全是节材设计之首

各类结构设计规范的第一条可以归纳为：

# 安全适用 经济合理 方便施工

安全是结构设计首要事宜 ( **结构设计不能牺牲安全去节材** )

安全的基础上应做到经济合理 ( **经济性是安全设计后首要问题** )

设计方案必须考虑施工方便性 ( **施工方便性同样涉及工程造价** )

## 二、节材设计的核心问题

### 1 结构安全是节材设计之首

#### 为什么节材设计成了很痛苦的设计？

---

##### 缺少节材设计经验总结

结构经验总结主要以安全性为主 强调各种加强措施

##### 缺少节材设计日常训练

**过于强调结构安全性** 不考虑节材方案 校对审核层层加码

##### 结构设计原理缺乏理解

多用材料对结构安全的利与弊 **关键部位用材不足**

## 二、节材设计的核心问题

### 2 漫无目的的减材是危险设计

首先看一个思考

一个住宅结构由下面构件组成

**基础 + 墙体 + 暗柱 + 连梁（梁） + 板**

假设初步设计材料分配比例是

**20% + 20% + 20% + 20% + 20% = 100%**

施工图阶段做节材设计 如何行动？

**东减减 西砍砍 用规范最小值？**

## 二、节材设计的核心问题

### 2 漫无目的的减材是危险设计

不节材的设计对于材料用于何处在概念上是模糊的

建筑设计讲究各种比例关系 如 三段论 黄金比例

**结构设计也有比例关系 如 墙柱弱梁 金角银边 刚度变化**

如果不能依据这些原则进行材料分配就会出现下列情况

梁钢筋超配 柱钢筋标配 地震作用下柱发生破坏

边柱角柱刚度不足 整体抗扭转能力弱 扭转时首先破坏

高层上部结构刚度减弱 辫梢效应 抗剪截面不足破坏

## 二、节材设计的核心问题

### 2 漫无目的的减材是危险设计

#### 节材设计原则是

材料用量要符合结构受力特点

**重要部位舍得用材料防止意外**

**次要地方安全用材满足设计要求**

---

#### 漫无目的的节材

不分主次减钢筋造成结构安全性不协调

**最可怕的是 重要部位结构安全性不足 次要地方浪费材料不起作用**

## 二、节材设计的核心问题

### 2 漫无目的的减材是危险设计



**卡通节目可以随意摆放材料**

**结构工程师不是卡通画设计师**

**浪费一副大前臂**

**危险!!!**

## 二、节材设计的核心问题

### 2 漫无目的的减材是危险设计



**多的流油 可能是 表面强大**

**少的可怜 经不起 风吹雨打**

**营养不良的体系**

**调养!!!**

## 二、节材设计的核心问题

### 2 漫无目的的减材是危险设计



**建筑需要均匀合理的结构体系**

**结构工程师思考合理分配材料**

**符合自然的需求**

**合理!!!**

## 二、节材设计的核心问题

### 3 结构专业节材就是最好？

#### 结构专业节材的最佳方法

按照结构规范的指导思想来做设计

平面规则 立面规则 墙体位置由结构确定

建筑方案 机电方案 要迁就结构方案来设计

---

这样做的结果 结构材料用量可以达到最省

以丧失建筑品质为代价 **是甲方和客户的需求吗？**

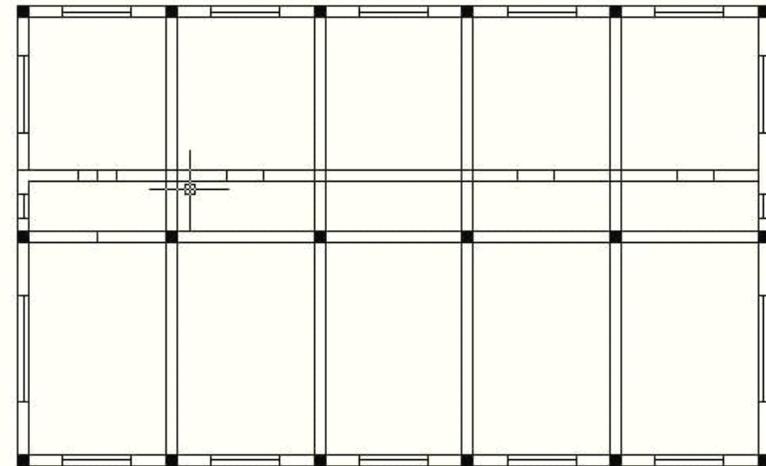
## 二、节材设计的核心问题

### 3 结构专业节材就是最好？



**客户需要的理想产品**

材料用量多哦



**节材设计的理想产品**

很省材料的哦

## 二、节材设计的核心问题

### 3 结构专业节材就是最好？



**客户需要的理想产品**

造价高售价更高



**结构节材的理想产品**

造价低售价更低

## 二、节材设计的核心问题

### 3 结构专业节材就是最好？

**结构专业节材就是最好的方案**

**错误的命题**

## 二、节材设计的核心问题

### 3 结构专业节材就是最好？

**理想的产品寻求经济材料用量**

**正确的命题**

## 二、节材设计的核心问题

4 整体方案节材才是最好！

### 整体方案节材体现在哪些方面

1、建筑与结构融为一体设计 既考虑建筑功能 也考虑结构造价

项目存在效果造价比问题 **甲方清楚实现效果要花多少钱**

商业与住宅放在一个楼内 造价较高 场地利用率高

商业与住宅分在两个楼里 造价经济 场地利用率低

各种建筑装饰性结构 增加结构造价 提升项目品质

取消建筑装饰性结构 降低结构造价 平淡项目效果

## 二、节材设计的核心问题

4 整体方案节材才是最好！

### 整体方案节材体现哪些理念

#### 2、机电方案考虑短期造价与长期运营费用的合理值

机电布局影响建设成本

例如机房与进线入口位于总图两端 与 两者位于一处

前者是直观上布局不合理

后者是直观上布局很合理

但是**不基于长期能源消耗分析 都可能是浪费的设计**

## 二、节材设计的核心问题

4 整体方案节材才是最好！

### 整体方案节材体现哪些理念

#### 3、结构设计以建筑、机电为前提条件 **前提条件是否考虑节材因素**

例如

地下层高2.8米满足使用 还是为满足地下车库高差设3.9米层高

户型的规整性利于节材 还是结构墙位置不对起设很多转化梁

基础底板平整利于节材 还是设置很多集水坑增加基础变化

楼层板厚分区设置板厚 还是满足铺设管线统一采用厚板

## 二、节材设计的核心问题

4 整体方案节材才是最好！

### 整体方案节材体现哪些理念

4、按常规习惯、建筑图纸设计 还是突破思维去节材设计

例如

基础底板设计是否考虑窗井面积的影响 增加混凝土与节省钢筋

窗井外墙的计算模型材料用量是多少 悬臂构件与三边支撑板

地下室最少数量集水坑 结构材料体积是设备空间体积3~4倍

**设计是否思考 有利还是有弊**

### 二、节材设计的核心问题

#### 4 整体方案节材才是最好！

设计单位说节材这是结构专业的事情 往往省的有限 费的更多

**各专业都有节材措施和实施方案 综合平衡整体节材 真省钱**

项目走到施工图阶段才提节材设计要求 往往省在表面 费在全面

**项目从方案阶段开始明确各专业不节材之处 完善修改 不省才怪**

### 三、影响结构用材量的外部因素

1、场地荷载因素

2、体型楼层因素

3、平面布局因素

4、特殊结构设计

5、面积计算方法

### 三、影响结构用材量的外部因素

#### 1 场地荷载因素

3.2.2 抗震设防烈度和设计基本地震加速度取值的对应关系，应符合表 3.2.2 的规定。设计基本地震加速度为 0.15g 和 0.30g 地区内的建筑，除本规范另有规定外，应分别按抗震设防烈度 7 度和 8 度的要求进行抗震设计。

表 3.2.2 抗震设防烈度和设计基本地震加速度值的对应关系

抗震设防烈度	6	7	8	9
设计基本地震加速度值	0.05g	0.10(0.15)g	0.20(0.30)g	0.40g

注：g 为重力加速度。

住宅设计的荷载及作用主要是两方面：竖向荷载和水平作用

水平作用主要两方面：地震作用和风荷载 这里主要谈地震作用

地震作用符合物理方程描述  $F=ma$  与质量和加速度有关

质量越大地震作用越大 减少竖向荷载、结构重量可减少地震作用

## 三、影响结构用材量的外部因素

### 1 场地荷载因素

3.2.2 抗震设防烈度和设计基本地震加速度取值的对应关系，应符合表 3.2.2 的规定。设计基本地震加速度为 0.15g 和 0.30g 地区内的建筑，除本规范另有规定外，应分别按抗震设防烈度 7 度和 8 度的要求进行抗震设计。

表 3.2.2 抗震设防烈度和设计基本地震加速度值的对应关系

抗震设防烈度	6	7	8	9
设计基本地震加速度值	0.05g	0.10(0.15)g	0.20(0.30)g	0.40g

注：g 为重力加速度。

上表可知小震计算法 加速度随设防烈度呈递增状态

相同的结构在不同的设防烈度下 地震作用呈倍数关系

抗震设防烈度	6度	7度	8度	9度
地震作用比例	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>8</b>

### 三、影响结构用材量的外部因素

#### 1 场地荷载因素

**5.1.4** 建筑结构的抗震影响系数应根据烈度、场地类别、设计地震分组和结构自振周期以及阻尼比确定。其水平地震影响系数最大值应按表 5.1.4-1 采用；特征周期应根据场地类别和设计地震分组按表 5.1.4-2 采用，计算罕遇地震作用时，特征周期应增加 0.05s。

注：周期大于 6.0s 的建筑结构所采用的地震影响系数应专门研究。

表 5.1.4-1 水平地震影响系数最大值

地震影响	6 度	7 度	8 度	9 度
多遇地震	0.04	0.08 (0.12)	0.16 (0.24)	0.32
罕遇地震	0.28	0.50 (0.72)	0.90 (1.20)	1.40

注：括号中数值分别用于设计基本地震加速度为 0.15g 和 0.30g 的地区。

实际设计采用地震影响系数计算结构加速度表现

地震影响系数 = 设计基本加速度 × 地震系数 × 动力系数

相同的结构在不同的设防烈度下 地震影响系数呈倍数关系

## 三、影响结构用材量的外部因素

### 1 场地荷载因素

**$T_g$  越大地震影响系数越大  
需要更多抗震材料**  
 **$T$  越大地震影响系数越小  
结构需满足刚度要求**

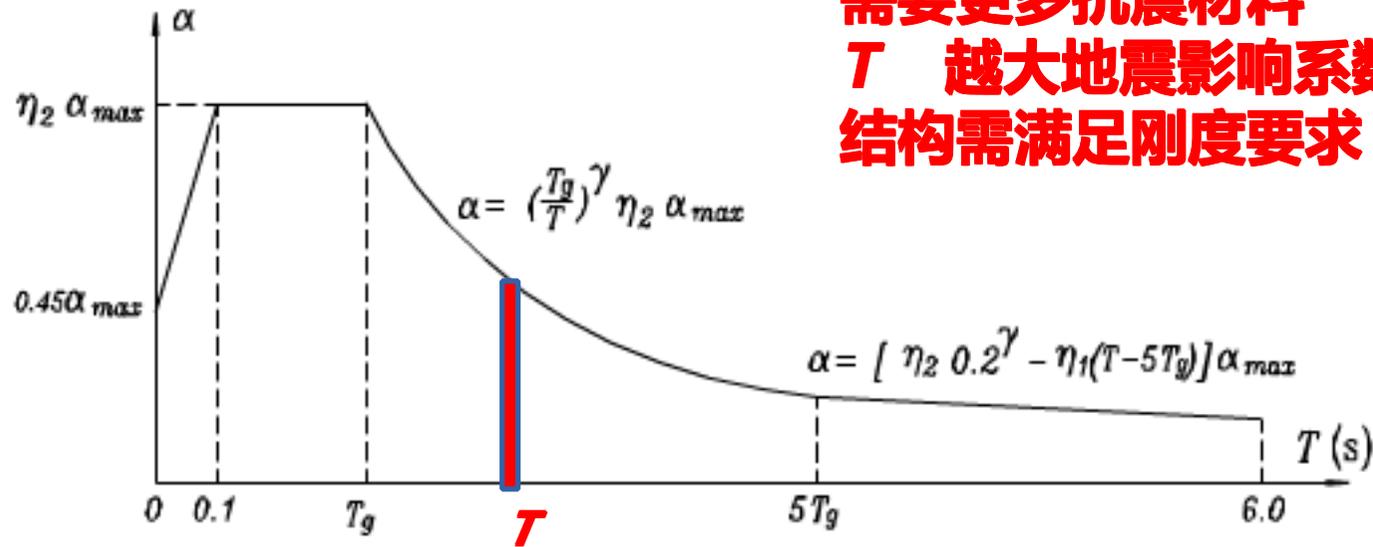


图 5.1.5 地震影响系数曲线

$\alpha$ —地震影响系数； $\alpha_{max}$ —地震影响系数最大值； $\eta_1$ —直线下降段的下降斜率调整系数； $\gamma$ —衰减指数； $T_g$ —特征周期； $\eta_2$ —阻尼调整系数； $T$ —结构自振周期

## 三、影响结构用材量的外部因素

## 1 场地荷载因素

表 5.1.4-2 特征周期值 (s)

设计地震分组	场地类别				
	I <sub>0</sub>	I <sub>1</sub>	II	III	IV
第一组	0.20	0.25	0.35	0.45	0.65
第二组	0.25	0.30	0.40	0.55	0.75
第三组	0.30	0.35	0.45	0.65	0.90

场地类别不同导致特征周期值最大3.0倍关系

设计地震分组不同导致特征周期值最大1.5倍关系

两者结合导致特征周期值最大4.5倍关系

相同的结构在不同场地条件下 地震影响系数最大相差4.5倍

## 三、影响结构用材量的外部因素

### 1 场地荷载因素

指标名称↵	指标控制值↵
<b>标准层钢筋含量</b> ↵ (Kg/m <sup>2</sup> ) ↵	高层≤19层/20-25层/≥26层(括号内为结构转换时标准层的数据)/低多层(洋房+1)↵ 上海、南京、合肥、成都: 42(44.5)/43(45.5)/47.5(50)/39↵ <b>七度区</b> 杭州、宁波、苏州、无锡、南昌、武汉、重庆: 40(42)/41(43)/45(47)/38↵ <b>六度区</b> 镇江: 45(47)/45(47)/50(52)/42(镇江场地土为III、IV场地土时, 指标同西安)↵ <b>特殊场地区</b> 西安: 49(52)/50(53)/58(/)/49↵ <b>八度区</b>
<b>标准层混凝土含量</b> ↵ (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ) ↵	高层≤19层/20-25层/≥26层/低多层↵ 上海、南京、合肥、成都: 0.35/0.36/0.38/0.32↵ 杭州、宁波、苏州、无锡、南昌、武汉、重庆: 0.34/0.35/0.37/0.31↵ 镇江: 0.36/0.37/0.39/0.33↵ 西安: 0.38/0.39/0.4/0.35↵

上表是某知名地产商的材料地区用量控制指标 网上可以查到

数据反映了地震作用和场地类别对材料用量的影响

为什么用钢量不像前述差异那么大？

## 三、影响结构用材量的外部因素

### 1 场地荷载因素

为什么材料用量不像地震作用那样相差很大？

材料用量=

1 承重构造用量（例如最小配筋率、最小截面尺寸）

2 承重计算用量（例如梁计算纵筋、经济计算截面）

3 抗震构造用量（例如暗柱配筋率、墙面积轴压比）

4 抗震计算用量（例如连梁用钢量、墙体抗震刚度）

结构荷载相同的情况下 1和2用量是固定 3和4用量与地震条件有关

结构设计的关键点在于合理分配四部分的钢筋量

**合理自然节材**

## 三、影响结构用材量的外部因素

### 2 体型楼层因素

建筑物随着层数增加

建筑体型 由 低层方墩形式 转变为 高层细窄形式

荷载控制 由 竖向荷载控制 转变为 水平荷载控制

结构变形 由 剪切变形为主 转变为 弯曲变形为主

材料用量 由 承重用量为主 转变为 抗弯用量为主

建筑物高度越高 抗弯材料用量越多

水平作用引起底部弯矩变化随高度 以 平方关系增加

## 三、影响结构用材量的外部因素

### 2 体型楼层因素

万科房地产一份分析资料显示钢筋用量：

影响因素	影响比例	影响绝对值
结构高宽比超过6	10~15%	5~7.5kg/m <sup>2</sup>

该资料以100米以下住宅为分析样本

超过100米超高层的用量会增加更多 工程实例也是如此

因此 节材设计不能脱离比较基准

## 三、影响结构用材量的外部因素

### 2 体型楼层因素

万科房地产一份分析资料显示层数和高度对钢筋用量变化：

2、X3层数 (高度)变化	60~80米→80~100米 (20~25层→26~33层) (底层6米,层高3米计)	10% (东莞长沙3%)	5.0 (东莞长沙1.5)	2层数(高度): 很重要!!  注意临界高度60m、80m
	60米以下→60~80米 (12~19层→20~25层) (底层6米,层高3米计)	3%	1.5	

80米是剪力墙抗震等级分界线

抗震等级决定抗震构造钢筋量 等级越高 构造钢筋越多

抗震 墙结 构	高度 (m)	≤80	>80	≤24	25~ 80	>80	≤24	25~ 80	>80	≤24	25~ 60
	抗震墙	四	三	四	三	二	三	二	—	二	—

### 三、影响结构用材量的外部因素

#### 2 体型楼层因素

万科房地产一份分析资料显示每层层高对钢筋用量变化：

层高每+10 cm,  
含钢量+1 kg/m<sup>2</sup>, 钢筋+6 元/m<sup>2</sup>  
整体成本+20 元/m<sup>2</sup>

通过我们的工程案例分析 该值适用于2.8~3.6米层高住宅

该数据是个平均值 其值在0.5~1.5kg/m<sup>2</sup>

对于偷面积的5.1m及以上的层高 材料用量与两层用量相差不多

## 三、影响结构用材量的外部因素

## 3 平面布局因素

节材设计与平面不规则性是矛盾的

**结构节材最好是规则性平面 建筑效果最好是有变化的平面**

表 3.4.3-1 平面不规则的主要类型

不规则类型	定义和参考指标
扭转不规则	在规定的水平力作用下，楼层的最大弹性水平位移或（层间位移），大于该楼层两端弹性水平位移（或层间位移）平均值的 1.2 倍
凹凸不规则	平面凹进的尺寸，大于相应投影方向总尺寸的 30%
楼板局部不连续	楼板的尺寸和平面刚度急剧变化，例如，有效楼板宽度小于该层楼板典型宽度的 50%，或开洞面积大于该层楼面面积的 30%，或较大的楼层错层

## 三、影响结构用材量的外部因素

### 3 平面布局因素

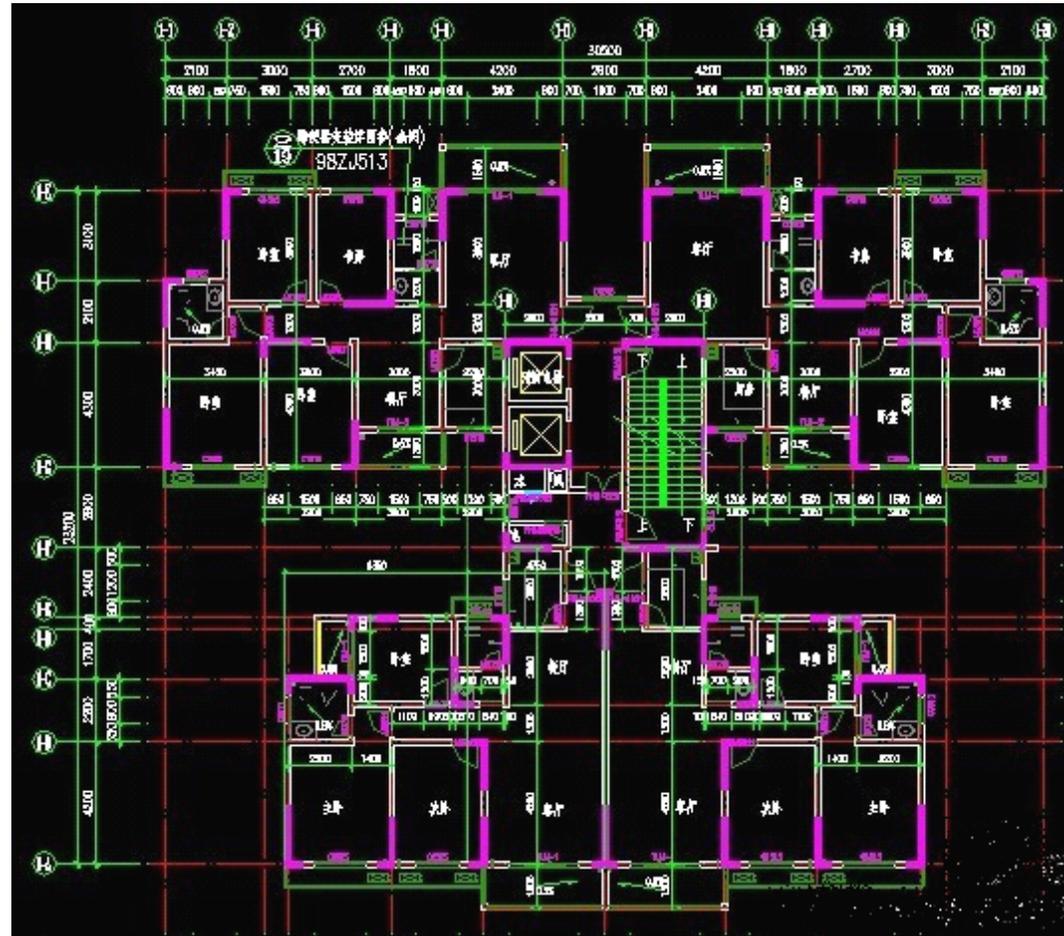
#### 案例

- 1、凸凹不规则
- 2、楼板不连续
- 3、扭转位移比大于1.2

**做超限高层设计？**

**设计要加强（用量就多）**

**超限更加强（值得吗？）**



### 三、影响结构用材量的外部因素

#### 4 特殊结构因素

影响材料用量的特殊结构主要是两个方面

#### **转换结构**

普遍看法一层转换结构相当于二至三层标准层材料用量

实际用量与上部层数、跨度、转换梁位置有关

结构规范对转换梁、转换楼板有严格材料用量要求

可节材之处少

结构转换梁高 影响建筑使用功能 不建议采用

### 三、影响结构用材量的外部因素

#### 4 特殊结构因素

影响材料用量的特殊结构主要是两个方面

#### 角窗结构

角窗实际破坏结构安全、扭转刚度布置的“金角” 杀伤力大

结构设计必须加强处理 而且是全楼上下通高处理

万科房地产一份分析资料认为角窗会增加 $0.5\text{kg}/\text{m}^2$

我们认为这只是相关构件的材料用量比较

角窗严重降低结构扭转刚度 楼层越高引起整体材料用量快速上升

### 三、影响结构用材量的外部因素

#### 5 计算面积因素

先说两个极端案例

#### 1、影剧院项目

项目高度超过30米 楼层数较少 地下室深度超过12米

外部很多装饰性建筑没有建筑面积

项目开工前 甲方说材料用量太多 远远超过投资预算

自检确实有设计放大问题 但很正常 双方不能达成一致意见

### 三、影响结构用材量的外部因素

#### 5 计算面积因素

先说两个极端案例

#### 1、影剧院项目

检查甲方投资概算 这是咋回事？

投资预算单位按照普通单层框架计算造价

如果按这个标准 结构设计即使不配筋还超预算

### 三、影响结构用材量的外部因素

#### 5 计算面积因素

先说两个极端案例

#### 2、偷面积住宅项目

建筑层高5.1米 每层按两层要求留门窗洞口 并预留二次楼板条件

为满足买平层客户需求 户型间设置各户连用预留洞口

项目开工后 所有参与施工的单位纷纷投诉设计院材料用量多

自检基本没有设计放大问题 双方不能达成一致意见

## 三、影响结构用材量的外部因素

### 5 计算面积因素

先说两个极端案例

#### 2、偷面积住宅项目

检查施工单位投标文件 这是咋回事？

施工单位都是甲方的关系户 不做具体概预算 按普通层高标准投标

如果按这个标准 材料用量只能建一半高度

## 三、影响结构用材量的外部因素

### 5 计算面积因素

关于计算面积

**结构面积 不等于 建筑面积**

结构面积与建筑面积的差异体现在

阳台	建筑面积分	全计算	一半计算	不计算
飘窗	建筑面积分	全计算	赠送计算	
入户花园	建筑面积分	全计算	一半计算	不计算
挑空客厅	建筑面积分	全计算	一半计算	不计算

## 三、影响结构用材量的外部因素

### 5 计算面积因素

关于计算面积

**结构面积 不等于 甲方面积**

结构面积与甲方面积的差异体现在

设备夹层 甲方面积 零

顶层跃层 甲方面积 零

屋面花园 甲方面积 零

建筑造型 甲方面积 零

### 三、影响结构用材量的外部因素

#### 5 计算面积因素

关于计算面积

**结构单位材料用量 = 材料总量 / 结构计算面积**

**结构计算面积 = 建筑面积 + 不统计面积**

**结构计算面积 = 甲乙双方共同认可面积**

避免 **合适变浪费 节材变普通 普通创记录**

### 四、与甲方造价思路相统一

- 1、甲方是否有明确的材料用量目标
- 2、限额设计情况下如何做到安全与经济

### 四、与甲方造价思路相统一

#### 1 甲方的造价目标？

#### **没有甲方希望住宅项目材料用量是浪费的**

现实情况

像万科、华润、恒大等房地产公司经过总结积累 控制设计节材

很多房地产公司也有经验 参考大型房地产的数据 要求设计节材

还有一些房地产公司缺乏经验和控制流程 签订限额限量设计合同

#### **出现的问题**

**大型房地产公司统计的材料用量数据是否真的适用于具体项目**

### 四、与甲方造价思路相统一

#### 1 甲方的造价目标？

大型房地产商的分析数据是建立在各种户型的统计结果

不同项目由全国很多建筑设计院设计完成 每个单位设计手法不同

材料指标可以理解为

户型较为规整 全国设计院平均设计材料用量

因此

**无特殊户型和要求外 设计用材量应在该标准的10%范围内波动**

**但该标准不是结构设计最节材标准**

### 四、与甲方造价思路相统一

#### 1 甲方的造价目标？

甲方造价目标是希望结构设计用材量与类似项目统计用材量相符合

最节材的结构设计可能牺牲其它技术指标或更高的施工成本

**( 统计材料用量 - 最节材的材料用量 ) = 结构设计安全富裕量**

**没有甲方为了省钱去冒险**

**各类房地产公司的统计用材量 有两个含义**

**安全性 和 经济性**

## 四、与甲方造价思路相统一

### 1 甲方的造价目标？

在前期工作中要做到

#### 1、与甲方沟通项目的材料用量目标是什么

如果甲方只是简单说结构设计要节省 可能没有一定目标

没有目标的努力 要么流于形式 要么缺乏成果评估

#### 2、与甲方沟通如何控制节材目标

甲方有节材意识就要有总体决策控制 结构节材是单专业努力

总体控制获得全面节材成果 结构节材获得有限节材成果

## 四、与甲方造价思路相统一

### 1 甲方的造价目标？

在前期工作中要做到

### 3、在方案阶段将节材的思路与其它专业沟通

结构专业节材是需要其它专业协助完成的

其它专业需要理解节材与使用功能的辩证关系

### 4、调查项目所在地材料供应情况

使用高强材料是节材设计的重要手段

当地没有高强材料 做的再节省也是浪费甲乙双方的时间

## 四、与甲方造价思路相统一

### 1 甲方的造价目标？

在前期工作中要做到

#### 5、重视地勘报告建议和地质情况的有利因素

没看地勘报告说节材是忽悠 地下室用钢量是大头

不同的地质条件 采用 不同的基础形式 导致 不同造价结果

#### 6、调查项目施工单位的技术水平

剪力墙厚度可以设计最少140mm厚 施工单位最少做200厚

设计成果与施工成果不能结合 施工质量对节材设计有影响

## 四、与甲方造价思路相统一

### 1 甲方的造价目标？

在前期工作中要做到

#### 7、评估项目实施中节材设计短板的比重与影响

当节材目标确定后 将结构设计安全富裕余量有选择进行加强

关键、薄弱部位舍得用材料 普遍撒芝麻只会浪费有限材料

#### 8、进行结构方案对比 选择安全与节材均衡方案

没有方案对比 就没有节材设计可行性

关注结构构件的有效性 效率低的构件占用材料用量

## 四、与甲方造价思路相统一

### 2 限额合同下节材设计

限额设计的核心问题

**在规定的材料用量下设计出安全的结构设计**

**在安全结构设计中去除效率低下的结构构件**

限额设计的局限性

**设计合同先于节材设计 限额标准如何确定**

**项目特殊性决定材料用量 盲目限额造成 省的不省 费的不够**

**限额设计流于形式 真正节材设计有奖励吗？ 没有奖励为什么节材**

### 四、与甲方造价思路相统一

### 2 限额合同下节材设计

节材设计的思考—

材料用量=

1 承重构造用量（例如最小配筋率、最小截面尺寸）

2 承重计算用量（例如梁计算纵筋、经济计算截面）

3 抗震构造用量（例如暗柱配筋率、墙面积轴压比）

4 抗震计算用量（例如连梁用钢量、墙体抗震刚度）

**在荷载作用下如何分配材料用量？**

## 四、与甲方造价思路相统一

### 2 限额合同下节材设计

#### 节材设计的思考二

材料用量=

1 基础材料用量（局部用量、单体与全体比例关系）

2 墙柱材料用量（全局用量、上部与下部分配关系）

3 连梁材料用量（全局用量、统一与分层合理关系）

4 楼板材料用量（全局用量、楼板与跨度分割关系）

#### 在各种构件下如何分配材料用量？

### 四、与甲方造价思路相统一

### 2 限额合同下节材设计

#### 节材设计的思考三

材料用量 =

1 地基处理的选择（地基费用与基础费用节材比较）

2 地下室材料用量（一层地下室相当于几层标准层）

3 首几层材料用量（首几层层高越高越耗费材料量）

4 标准层材料用量（要控制各构件的构造材料用量）

#### 在各种楼层下如何分配材料用量？

## 四、与甲方造价思路相统一

### 2 限额合同下节材设计

#### 节材设计的思考四

材料用量 =

1 基础深度与回填土的造价关系

2 结构墙体与建筑墙体造价关系

3 方便设计与方便施工造价关系

4 局部用材与整体节材造价关系

**在各种条件下如何分配材料用量？**

## 五、节材设计案例

- 1、六度地震区11层住宅
- 2、七度地震区33层住宅
- 3、八度地震区18层住宅
- 4、八度地震区25层住宅
- 5、某项目节材设计建议

## 五、节材设计案例

### 1、六度地震区11层住宅

项目介绍：

地上 11 层地下 1 层，地上层高 3.0 米

建设场地类别 II 类 中硬场地土

抗震设防烈度 6 度 抗震设计第 三 组 地震加速度 0.05g

风荷载值 0.50kPa 建筑面层厚度 130mm

钢材强度等级 HRB400级 混凝土强度等级 C30

结构高宽比 2.2 剪力墙抗震等级 四 级

## 五、节材设计案例

### 1、六度地震区11层住宅

根据三份房地产公司统计指标或限额设计指标：

- 1、地上标准层40公斤/平米      地下120公斤/平米
- 2、地上标准层38~42公斤/平米
- 3、地上标准层40~45公斤/平米      地下120公斤/平米

全楼用钢量

$$=(40 \times 11 + 1 \times 120) / 12 = 46.7 \text{ 公斤/平米}$$

### 五、节材设计案例

#### 1、六度地震区11层住宅

我们设计材料用量：

全楼钢筋用量平均（含地下室）为**41~42公斤/平米**

**地上楼层用钢量约39公斤/平米 地下室用钢量约65公斤/平米**

节材设计总结：

该楼只有11层 地下楼层节材设计是关键

地下室用钢量从120公斤/平米降到60公斤/平米

意味全楼用钢量降低5公斤/平米 标准层省不出来5公斤/平米

## 五、节材设计案例

### 2、七度地震区33层住宅

项目介绍：

地上 33 层地下 2 层，地上层高 3.0 米

建设场地类别 II 类 中硬场地土

抗震设防烈度 7 度 抗震设计第二组 地震加速度 0.15g

风荷载值 0.50kPa 建筑面层厚度 130mm

钢材强度等级 直径14及以上HRB400级 直径12及以下 HPB235级  
混凝土强度等级 C30~C50

结构高宽比 7.0 剪力墙抗震等级 二级

## 五、节材设计案例

### 2、七度地震区33层住宅

根据三份房地产公司统计指标或限额设计指标：

- 1、地上标准层50公斤/平米      地下140公斤/平米
- 2、地上标准层50~56公斤/平米
- 3、地上标准层52~56公斤/平米      地下140~150公斤/平米

全楼用钢量

$$=(50 \times 33 + 2 \times 140) / 35 = 55 \sim 61 \text{公斤/平米}$$

### 五、节材设计案例

#### 2、七度地震区33层住宅

我们设计材料用量：

全楼钢筋用量平均（含地下室）为**47公斤/平米**

**地上楼层用钢量约43公斤/平米 地下室用钢量约110公斤/平米**

节材设计总结：

该楼地上有33层 地上楼层节材设计是关键

地下室用钢量从140公斤/平米降到70公斤/平米

意味全楼用钢量才降低2公斤/平米 标准层就能省出来

## 五、节材设计案例

### 3、八度地震区18层住宅

项目介绍：

地上 18 层地下 3 层，地上层高 3.0 米

建设场地类别 II 类 中硬场地土

抗震设防烈度 8 度 抗震设计第 三 组 地震加速度  $0.20g$   $\alpha=0.178$

风荷载值  $0.60kPa$  建筑面层厚度  $130mm$

钢材强度等级 直径14及以上HRB400级 直径12及以下 HPB235级  
混凝土强度等级 C30~C35

结构高宽比 4.0 剪力墙抗震等级 二 级

### 五、节材设计案例

### 3、八度地震区18层住宅

根据三份房地产公司统计指标或限额设计指标：

- 1、地上标准层49公斤/平米      地下120公斤/平米
- 2、地上标准层45~50公斤/平米
- 3、地上标准层48~53公斤/平米      地下130~140公斤/平米

全楼用钢量

$$=(48 \times 18 + 3 \times 120) / 21 = 58.3 \text{ 公斤/平米}$$

### 五、节材设计案例

### 3、八度地震区18层住宅

我们设计材料用量：

全楼钢筋用量平均（含地下室）为**50 公斤/平米**

**地上楼层用钢量约42公斤/平米 地下室用钢量约100公斤/平米**

节材设计总结：

该楼地上有18层地下3层 每层都是节材设计的关键

根据地基条件 有的采用地基处理 有的外伸底板扩散 压力

地震影响系数是0.178 对钢筋用量增加影响比较大

## 五、节材设计案例

### 4、八度地震区25层住宅

项目介绍：

地上 25 层地下 2 层 大底盘商业综合体中住宅楼

地上一至五层高 4.5 米（商业） 上部楼层3.0米（住宅）

抗震设防烈度 8 度 抗震设计第 三 组 地震加速度 0.20g

风荷载值 0.50kPa 建筑面层厚度 130mm

钢材强度等级 HRB400级 混凝土强度等级 C30~C50

结构高宽比 6.1 剪力墙抗震等级四至七层**特一级** 其它层**一级**

## 五、节材设计案例

### 4、八度地震区25层住宅

根据三份房地产公司统计指标或限额设计指标：

- 1、地上标准层53公斤/平米
- 2、地上标准层55~60公斤/平米
- 3、地上标准层60~63公斤/平米

地上楼层用钢量

$$=(58 \times 20 + 70 \times 5) / 25 = 60.3 \text{ 公斤/平米} \quad (\text{70考虑层高因素})$$

此种住宅并非常见住宅类型 与商业相连未脱开设计 增加商业面积

### 五、节材设计案例

#### 4、八度地震区25层住宅

我们设计材料用量：

地上钢筋用量平均（不含地下室）为**51公斤/平米**

**一至五层用钢量约65公斤/平米 五层以上用钢量约46公斤/平米**

节材设计总结：

该楼地上有25层 一至五层层高4.5米 四至七层抗震等级特一级

抗震等级高构造材料用量显著增加 重点部位配筋不能少

户型中的框架梁采用变截面梁 既节材 又给住宅留更高空间

### 五、节材设计案例

### 5、某项目节材设计建议

项目介绍：

地上 18 层地下 1 层，地上层高 2.8米 建设地点北京

抗震设防烈度 8 度 抗震设计第 三 组 地震加速度 0.20g

设计用钢量全楼 55~60公斤/平米

某优化公司提出优化方案预计节省 8~12公斤/平米

邀请我们根据项目特点 提出合理的节材设计建议

### 五、节材设计案例

#### 5、某项目节材设计建议

优化公司提出的方案：

- 1、原设计采用地基处理方案，窗井下也采用地基处理，此部分建议取消，节省地基处理费用。
- 2、原构件设计钢筋配置较为随意，造成钢筋用量多，执行规范要求即可，例如构造边缘构件按规范要求配置。
- 3、部分构件按较不节材的力学计算方式设计，改为节材的力学计算方式，例如楼板由弹性计算原则改为塑性计算原则。
- 4、各层构件按计算结果配置，减少归并设计情况，例如连梁配筋不采用各层统一配置方案，改为按每层计算结果分层配置。

### 五、节材设计案例

#### 5、某项目节材设计建议

我们对优化方案的看法：

- 1、减少地基处理面积仅是直观上减少处理量，并未考虑减少面积后对承载力提高要求，引起地基处理增加的费用，同时地基反力增加对**筏板用材料量也会相应增加**，因此基础方案应仔细进行经济比较。
- 2、优化方案将设计单位大手大脚的地方按规范原则减下来，但并没有将**出工不出力的无效构件**进行调整，可能会**降低主力构件的安全度**。
- 3、分层设计是图纸节材设计，可能做不到**施工中材料节省**，增加材料种类相应增加人工成本。

### 五、节材设计案例

### 5、某项目节材设计建议

我们对节材设计的建议：

- 1、基础是住宅中材料用量最大的构件，户型中存在双向板和单向板情况，以及大、小跨度板情况，可以考虑变板厚设计，做到钢筋应力均匀目标，**减少通铺钢筋用量**。
- 2、墙体分布要有重点、普通之分，18层住宅墙厚都取180厚，重新思考受力合理性，比较在底部和顶部，内部和外部的**受力区别**。
- 3、**结构开洞**建筑填充墙的适用范围，在使用中会出现裂缝造成后期维护成本，甲方认可程度，就有开到哪里、开多大的选择。
- 4、**预估用钢量43~45公斤每平**，墙、柱、梁、板四大块的使用比例是多少？重点在暗柱和连梁上，这是剪力墙结构安全核心。



结语：

节材设计不是甲方要求就能安全做出来的！

理解结构原理和材料效率想不节材都困难！



**Thank You !**

**徐珂**

**15601060166**

**15601060166@126.com**

**<http://www.jiegoublog.cn/>**