# 4 项目结构设计分析

### 4.1设防目标与设计概念：

4.1.1抗震设计所依据的法律法规：

工程抗震设防是以现有的科学水平和经济条件为前提，根据 现有的震害经验料和科学研究水平，最大限度地限制和减轻建筑物的地震破坏，保障人员安全和减少经济损失，符合国家法律法规的行为和过程。

我国有关建筑的防震减灾法律法规，主要指《中华人民共和 国城乡规划法》、《中华人民共和国建筑法》、《中华人民共和国防震减灾法》及相适应的主要技术性文件。

4.1.2抗震规范的设防目标

当遭受低于本地区抗震设防烈度的多遇地 震影响时，主体结构不受损坏或不需修理仍可继续使用；当遭受相当于本地区抗震设防烈度的设防地震影响时，可能发生损坏，但经一般性修理仍可继续使用；当遭受高于本地区抗震设防烈度的罕遇地震影响时，不致倒塌或发生危及生命的严重破坏。即通常所说的 “小震不坏、中震可修、大震不倒”的抗震设防目标。

对于“小震不坏，中震可修，大震不倒”的抗震设防目标，我们依据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)，对“小震、中震、大震”有以下的定义：

小震：也称为多遇地震，就是指发生频率最大的地震，基准年限50年内超越概率众值烈度的概率为63.2%

中震：设计基准期为50年内超越概率为10%的地面运动加速度值为设计地震基本参数。

大震：也称作为罕遇地震，基准期50年内超越概率定义为3%-2%。

新一代《中国地震动参数区划图》增加了极罕遇烈度的概念，超越概率定义为年0.01%(50年超越概率为0.5%)。

4.1.3抗震设防两阶段的设计的方法：

第一阶段设计：按多遇地震烈度对应的地震作用效应和其他荷载效应的组合验算结构构件的承载能力和弹性变形依据。

第一阶段保证第一水准的强度要求和变形要求。

第二阶段设计：按罕遇地震烈度对应的地震作用效应验算结构的弹 塑性变形。

第二阶段的设计，旨在保证构件满足第三水准的抗震设防要求。

由于本文的建筑模型进行了隔震处理，在设计时，确定了了两种模拟方案：

方案1：将上部隔震层简化为对下层的力，具体受力图如下图所示

方案2：利用Etabs摩擦摆隔震支座对建筑模型做隔振处理。

我们分别对方案1和方案2进行讨论分析

### 4.2 方案1分析

在建模分析时，我们采用国建筑科学研究院建筑工程软件研究所研发的工程管理软件PKPM建模，由于PKPM是分层建模，所以采用PKPM建模可以大大增加建模速度，PKPM模型图如下图4-1所示。在计算分析时我们使用PKPM中的SATWE模块，SATWE是专门为高层结构分析与设计而开发出来的基于壳元理论的三维组合结构有限元分析软件。未来保证分析的正确性，我们在SATWE计算完成以后，继续采用由美国CSI公司开发研制的房屋建筑[结构分析](https://baike.baidu.com/item/%E7%BB%93%E6%9E%84%E5%88%86%E6%9E%90" \t "https://baike.baidu.com/item/_blank)与设计软件ETABS,再次进行模型的有限元分析，ETABS已经有30余年的发展历史，也是国内外认可度较高的结构计算程序，在工程有限元分析领域，应用特别广泛。ETABS模型如下图4-2所示。

##### 4.2.1 无桁架建筑模型模拟结果：

为了确定两种软件模型的一致性，我们需要对两种模型做对比，我们主要通过对比两种软件的质量，周期，层间剪力，主要通过振型分解反应谱法的结果对比。为了确保准确性，我们要求，两种软件模拟结果在模型周期和质量上的误差在5%之内，层间剪力和位移误差在10%之内。

误差计算表达式为：

 (1)

上式中， ETABS：ETABS软件计算出的结果

SATWE：SATWE软件计算出的结果

d:表示误差值

表4-0 结构质量计算结果

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| SATWE | | ETABS | | d(%) |
| 层号 | 质量(t) | 层号 | 质量(t) |
| 5 | 4475.0 | 5 | 4446.1 |  |
| 4 | 4920.4 | 4 | 4649.9 |  |
| 3 | 4227.0 | 3 | 4194.3 |  |
| 2 | 5451.4 | 2 | 5213.0 |  |
| 1 | 27549.7 | 1 | 28290.6 |  |
| 总质量 | 46623.543 | 总质量 | 46792.020 | 0.3 |

表4-3 结构周期和振型计算结果

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SATWE | | | | ETABS | | | |
| 振型号 | 周期(s) | 振型号 | 周期(s) | 振型号 | 周期(s) | 振型号 | 周期(s) |
| 1 | 0.4143 | 12 | 0.1209 | 1 | 0.383 | 12 | 0.13 |
| 2 | 0.3781 | 13 | 0.1199 | 2 | 0.344 | 13 | 0.127 |
| 3 | 0.3529 | 14 | 0.1160 | 3 | 0.319 | 14 | 0.124 |
| 4 | 0.2483 | 15 | 0.1128 | 4 | 0.253 | 15 | 0.121 |
| 5 | 0.2053 | 16 | 0.1104 | 5 | 0.226 | 16 | 0.117 |
| 6 | 0.1648 | 17 | 0.1082 | 6 | 0.179 | 17 | 0.115 |
| 7 | 0.1545 | 18 | 0.1061 | 7 | 0.163 | 18 | 0.109 |
| 8 | 0.1435 | 19 | 0.1003 | 8 | 0.159 | 19 | 0.106 |
| 9 | 0.1357 | 20 | 0.0985 | 9 | 0.14 | 20 | 0.103 |
| 10 | 0.1276 | 21 | 0.0972 | 10 | 0.137 | 21 | 0.101 |
| 11 | 0.1243 |  |  | 11 | 0.132 |  |  |

根据《高规》5.1.13条,各振型的参与质量之和不应小于总质量的90%。

SATWE中：

第 1 地震方向 EX 的有效质量系数为 94.46%,参与振型足够

第 2 地震方向 EY 的有效质量系数为 91.10%,参与振型足够

ETABS中：

第 1 地震方向 EX 的有效质量系数为 97.37%,参与振型足够

第 2 地震方向 EY 的有效质量系数为 98.72%,参与振型足够

表4-2 结构前三振型周期计算结果对比

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| SATWE | | ETABS | | d(%) |
| 振型号 | 周期 | 振型号 | 周期 |
| 1 | 0.4143 | 1 | 0.383 | 7.5 |
| 2 | 0.3781 | 2 | 0.343 | 9.2 |
| 3 | 0.3529 | 3 | 0.318 | 9.8 |

表4-3 地震作用下结构各层剪力

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 层号 | SATWE | | ETABS | |
| Vx | Vy | Vx | Vy |
| 5 | 5635.1 | 5719.4 | 4770.6 | 5209.9 |
| 4 | 8856.0 | 10090.8 | 8131.1 | 9057.5 |
| 3 | 11398.5 | 12946.4 | 10512.3 | 11626.4 |
| 2 | 13640.2 | 15294.0 | 12360.2 | 13568.1 |
| 1 | 17909.6 | 22263.8 | 16766.2 | 20511.2 |

表4-3 地震作用下结构各层的剪重比