

“东南大学第十七届结构创新竞赛暨第七届南京高校邀请赛”

加载组赛题说明

东南大学结构创新竞赛组委会

加载组A：多层房屋模型振动台加载

竞赛形式：初赛（笔试）+ 决赛（模型加载）

通过初赛的队伍才有资格领取材料制作模型、参加最终的模型加载（校内不超过**200**队）。

初赛采取笔试答题的形式，每队派一名队员参加，暂定于**3**月底举行。

笔试时间约**1**小时，闭卷。出题范围为工程结构抗震基本术语、基本概念、基本原理；题型为选择题、填空题、简答题。

若报名不超过**200**队，则不设置初赛笔试环节。

加载组A：多层房屋模型振动台加载

在现行试验条件下能够对结构抗震能力作最真实的检验与评判！



材料：结构构件采用**木材**。

构件连接采用**502胶**。

铁块的粘结固定采用**热熔胶**。

模型固定所用的**木底板**： $29\text{cm} \times 29\text{cm}$ 。

多层房屋模型振动台加载

模型结构要求:

至少包括一个房屋的基本骨架 { 框架结构
外框架-内核心筒结构

模型总高不得超过75cm;

模型底面尺寸不得超过长22cm×22cm的正方形平面,但形状不限;注意:此处包含所有柱脚细部构造!

模型必须至少具有4个楼面(包含底板和顶面);

每个楼层净高不小于15cm(底层净高不小于18cm);

多层房屋模型振动台加载

模型结构要求:

楼层面积: 楼层各承重分区最外围的梁构件所包络的平面面积。

总楼层面积必须在 750cm^2 至 1800cm^2 的范围之内(不含底板楼层面积)。**每个楼层面积**不得小于 100cm^2 。

多层房屋模型振动台加载

模型结构要求：

内部核心筒要求（仅针对外框架-内核心筒体系的模型）

沿高度方向须贯穿整个模型

沿高度方向各处的包络平面面积相等

其水平投影面积应至少能包含一个 $5\text{cm} \times 5\text{cm}$ 的区域

核心筒在各层的包络平面面积不计入楼层面积

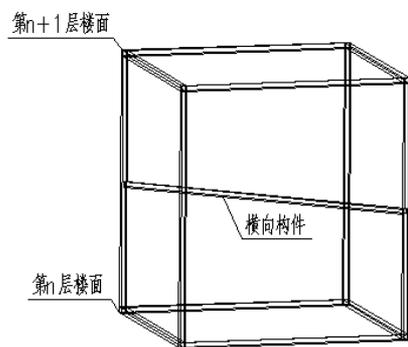
不允许在核心筒内放置铁块

多层房屋模型振动台加载

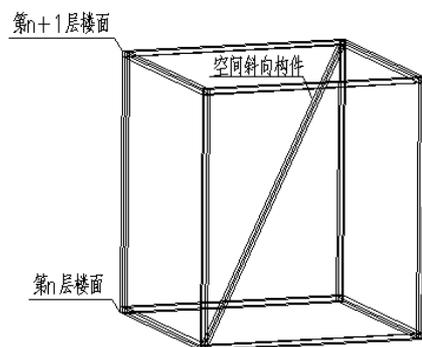
模型结构要求:

使用功能要求:

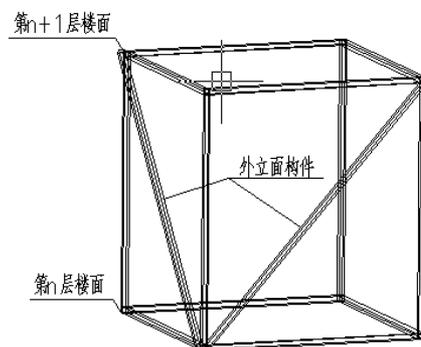
1. 在**模型内部**，楼层之间不能设置任何横向及空间斜向构件。
2. 模型**底层所有方向的外立面**底部正中必须保留能够设置一个 $14\text{cm} \times 12\text{cm}$ (高 \times 宽)的门洞的空间。



(a) 横向构件 (违规)



(b) 空间斜向构件 (违规)



(c) 外立面构件 (不违规)

多层房屋模型振动台加载

模型载重要求：

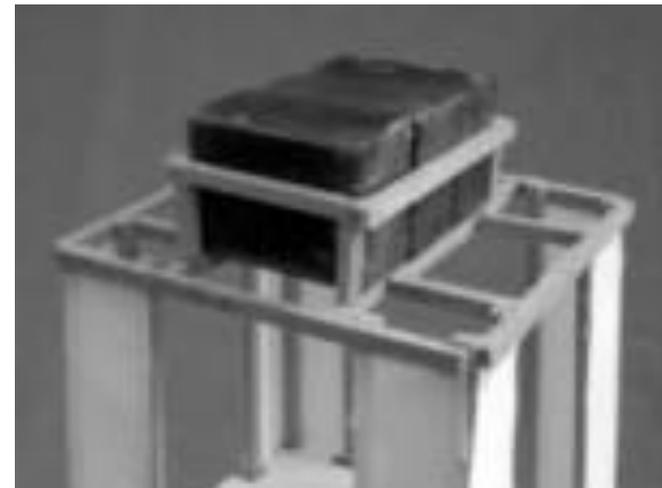
铁块位置：除底层以外的各个楼层的楼面结构上

铁块：统一规格（675g、6cm×4.5cm×3.2cm）

尺寸误差：1mm以内； 质量误差：5g以内

数量要求：每层至少2块；总数至少12块，至多40块。

可以设置固定铁块的辅助装置，
但不能直接与柱、核心筒接触。



多层房屋模型振动台加载

如有某项尺寸误差超过**5%**，则取消模型加载资格；

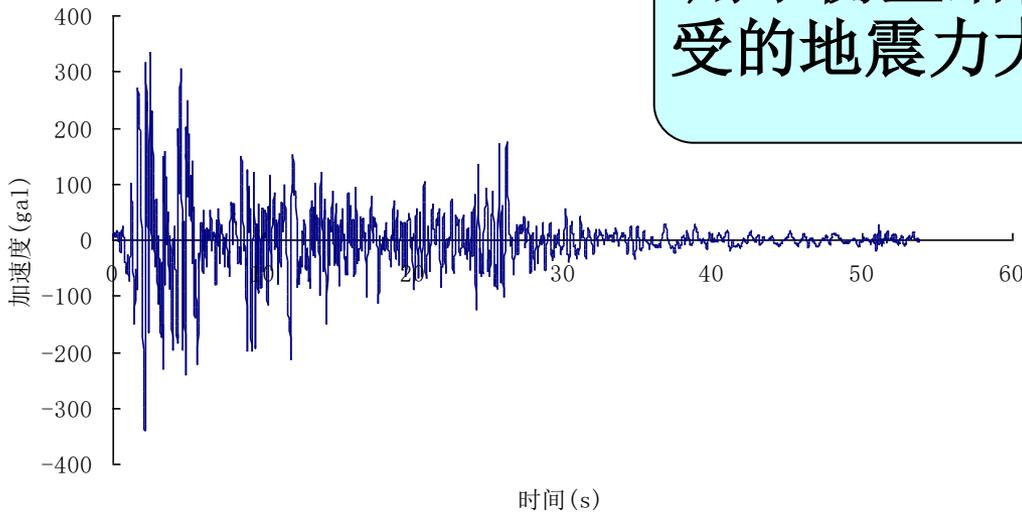
如尺寸误差在**5%**以内，则由裁判组根据具体情况进行扣分处理。



加载分8级进行，
最大加速度逐级
增加：

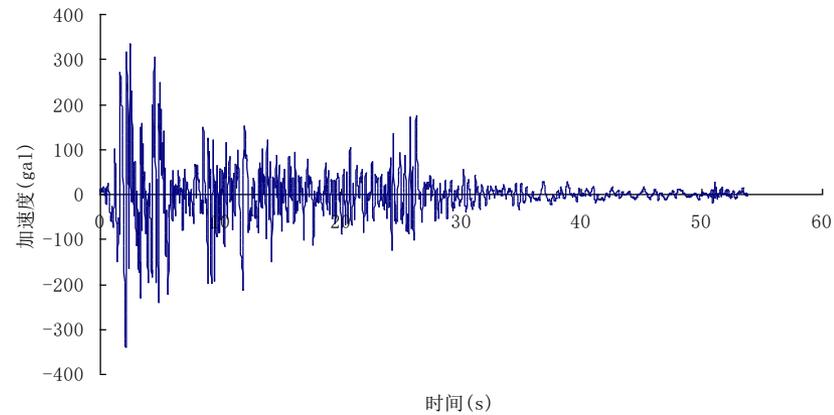
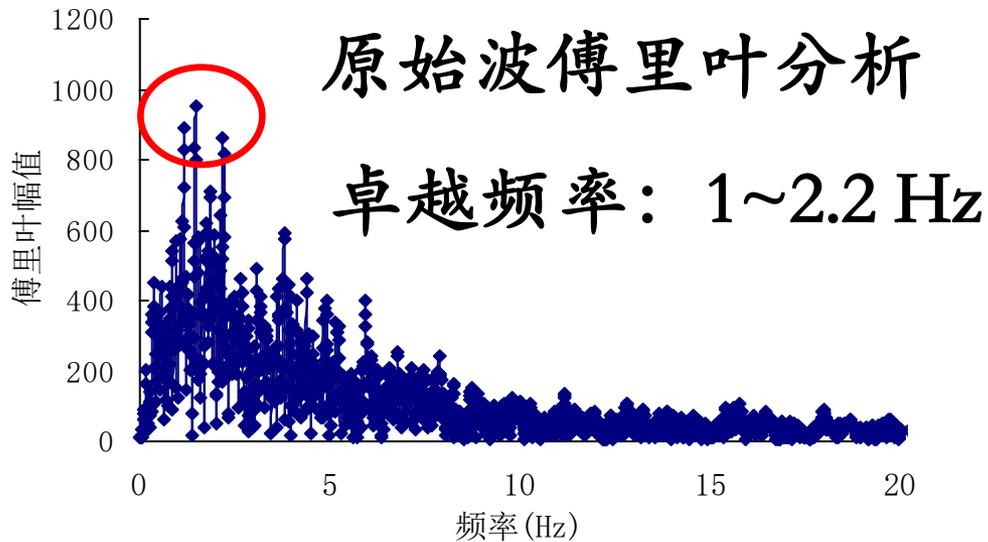
200gal、
400gal、
600gal、
800gal、
1000gal、
1200gal、
1400gal、
1600gal

用于衡量结构承
受的地震力大小。



还要注意不同级别
地震波变频的影响！

El Centro_NS 波原始记录（文件数据间隔0.02s）



地震波原始记录

表1 各级加载的时间相似比和实际总加载时间

加载等级	数据点 时间间隔	时间相似比 (相对于原始记录)	加载总时间
200gal、400gal、600gal	0.016s	0.8: 1	43 秒
800gal、1000gal、1200gal	0.012s	0.6: 1	32 秒
1300gal、1400gal	0.01s	0.5: 1	27 秒

时间压缩，地震波变频，模型要接受考验！

多层房屋模型振动台加载

模型加载成绩的评价指标——效率比 E_i ：

综合评价结构的抗震能力、竖向承载能力和制作成本。

$$E_i = \frac{I \times W_e}{100M_M}$$

I 为模型所能承受的最大地震力值

W_e 为模型的等效负载总质量：由不同楼层的铁块总质量分别考虑不同的质量加权系数之后累加得到。对于放置在第2、3、4、5层楼面的铁块，其质量加权系数分别为1.0、2.0、3.0、4.0

M_M 为模型本身的质量(不包含铁块、底板)

模型失效评判准则：



模型整体或其中任何一个楼层发生坍塌；

任何一块铁块移出其原来所在楼面；

超过半数的柱脚脱离底板原来位置；

现场裁判组所一致认定的属于结构破坏的其它行为。

多层房屋模型振动台加载

模型总得分：

结构造型 ——10分

若有采用隔震、减震、悬挂等较新颖的结构体系方案的，经裁判组合议，该模型此项得分的满分限值可以增至20分

模型工艺 ——10分

加载表现 ——80分：按效率比计算公式，获得 E_{\max} 的模型得80分；其余模型的分数 $=80 \times E_i / E_{\max}$

多层房屋模型振动台加载

加载现场注意事项：

所有参赛模型将分批安装在振动台上进行加载，每批若干个；

组委会提供螺栓、热熔胶等工具供固定模型和铁块；
底板与振动台必须连接可靠；

每队自行选出两名队员，负责模型与铁块固定，额定时间共20分钟（暂定）；

模型具体安装位置和底板放置方向通过抽签确定

多层房屋模型振动台加载

加载现场注意事项：

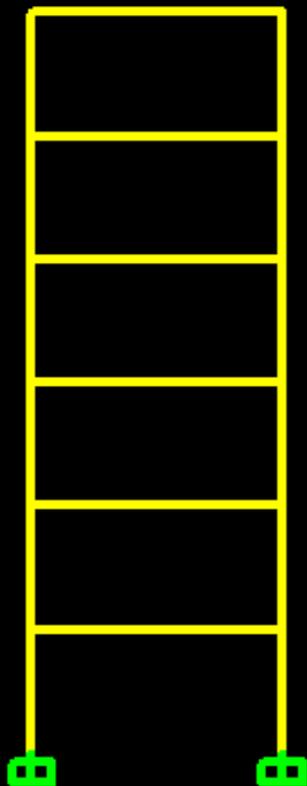
注意避免碰撞其他组模型；

安装过程中必须保证模型不损坏；

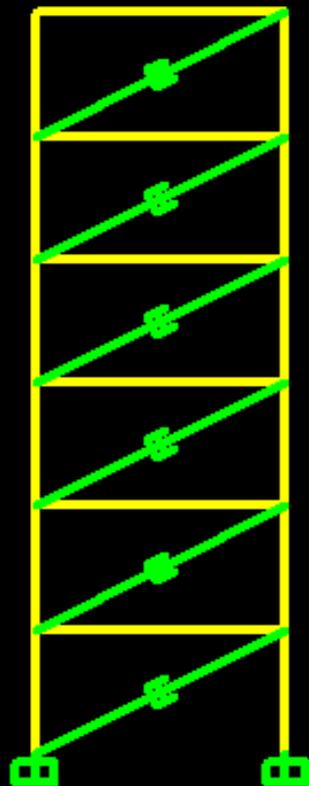
严格禁止在安装过程中补强结构；

铁块安装必须与所提交的计算书中的布置方案一致

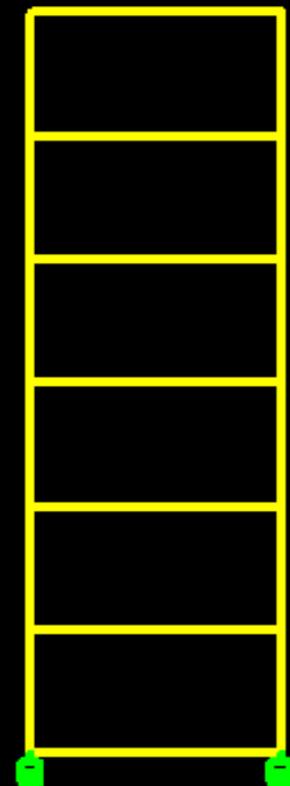
SAP2000 Filename: ThreeFrameForYe.sdb Deformed Shape Case: ElCentro Time 0.



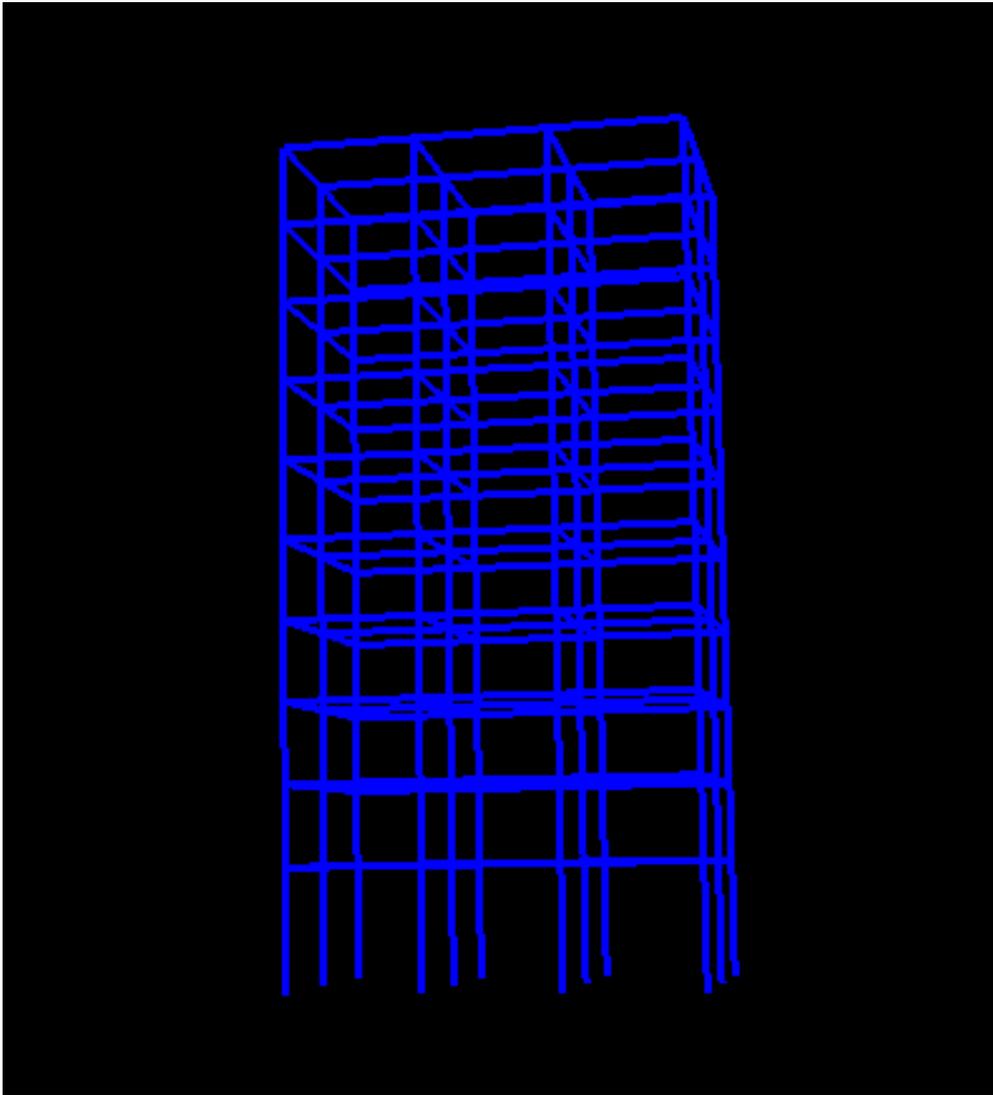
抗震结构



减震结构



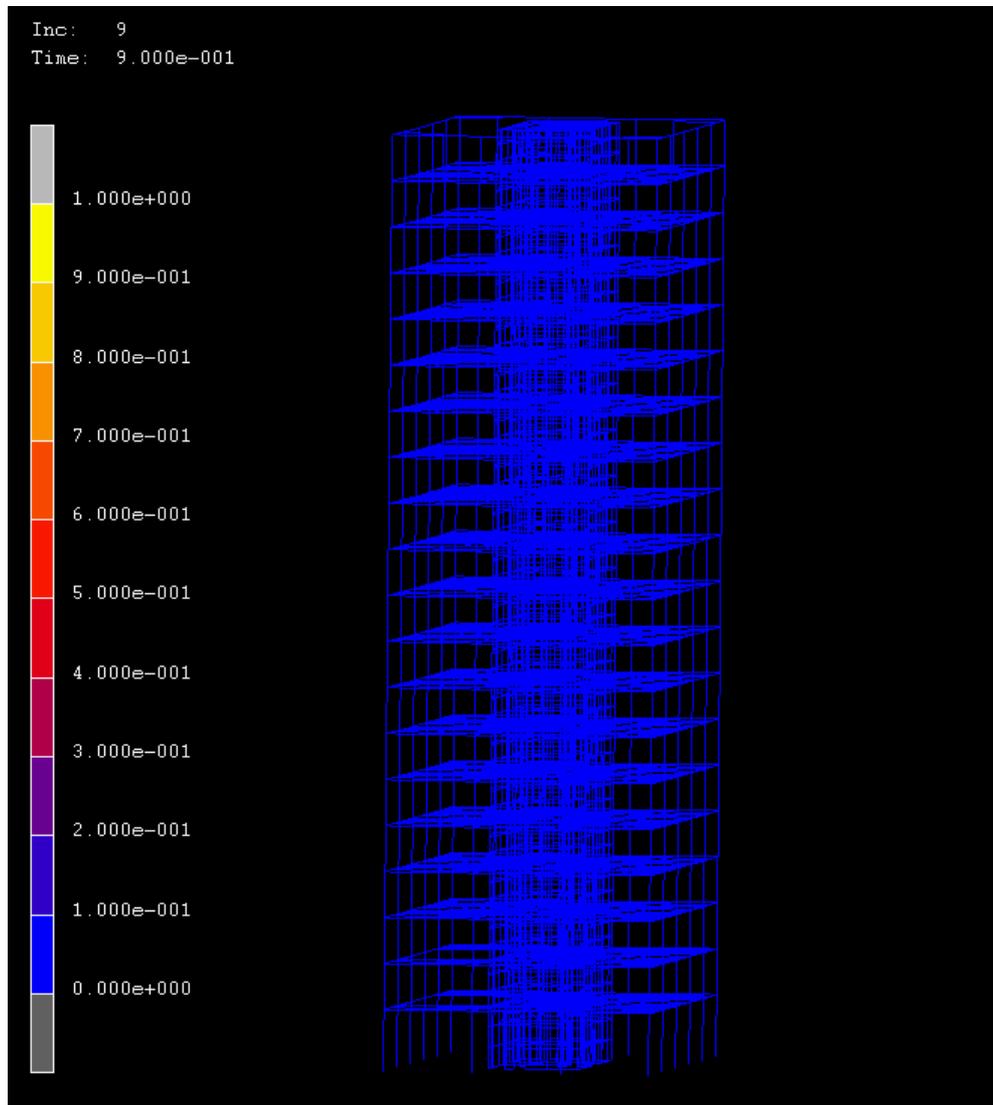
隔震结构



地震波“欺软怕硬”

竖向规则的框架结构，
薄弱层一般在底层。

纯框架结构地震响应



框架—核心筒(剪力墙)结构地震响应

祝大家取得理想成绩！