

结构设计竞赛指南及评分规则

1、模型制作

1.1 模型要求

模型为塔式停车楼（见附件一），模拟汽车进入停车楼后，由提升设备通过楼内的提升井垂直提升至指定的停车位置（实际比赛时为手动放置砝码）。模型设计时需要设计车辆从底层进入停车楼、垂直提升井及各层水平转运所需的通道空间。

塔式停车楼每层必须能承受一定的静荷载，并在相应的动荷载作用下不致失效。

模型最大水平投影面 350mm*350mm，模型总高为 1200±3mm，共分 6 层，每层高度为 200mm，底层与屋顶均不施加荷载。

塔式停车楼在底层应至少提供 4 个净空 150 mm *150mm（宽*高）车辆进入塔楼的通道空间，垂直提升井要求从底部贯通到顶层，在塔楼内的位置不限，其水平投影面积不小于 80 mm *80mm，每层至少要在垂直提升井周围留有 4 个净空 70mm *100 mm（宽*高）通道，模拟提升到指定楼层后车辆的水平转运空间。

模型外形及结构形式不限，固定在指定材质的底板上，底板为 400 mm *400mm 集成竹板，厚度 12mm，重量 1500 g（误差±20g），模型固定在底板中间不超过 350 mm *350mm 的范围内。

1.2 模型制作材料及工具

集成竹杆材：规格 2*2mm，3*3mm，1*6mm，3*6mm，每根长 900mm，各 25 根。

集成竹片材：规格 0.3*1200 mm*420mm， 3 片。

集成竹的力学性能参考指标为：密度 0.789g/cm³，顺纹抗拉强度 150MPa，抗压强度 65MPa，弹性模量 10GPa。

胶结材料：502 胶（8g 装），10 瓶。

制作工具：自备（限尺子、简单刀具、砂纸、剪刀、手套、橡皮、笔、纸等），小型电动工具自备电源。

2、加载步骤及要求

模型加载分为静载、动载试验两部分，其中动载试验在模型自身结构动力性能测试的基础上进行。全部加载试验均在加载台上完成，加载台为单向水平振动台，振动激励源电磁激励器最大出力 98N，所有模型激励力固定为 73.5N，振动信号源为数字合成信号发生器，波形为正弦波。

参赛队员将模型按专家组指定的加载方向固定在加载台上，首先施加静荷载：第一级加载为指定荷载 20kg，要求参赛队员自行将钢制砝码（每个重量 1.0kg，直径 100mm）放置在停车楼的 2-6 层，每层 4 个（4.0kg），若塔楼模型在静载作用下不致失效，则在模型顶端固定加速度计（加速度计和固定附件比赛时由主办方提供，其重量相对荷载很小），进行动力性能测试（模型加载方向的第一阶频率），测试方法见附件一。在得到模型结构第一阶频率后，对模型进行扫频激励，扫频范围为模型实测第一阶频率上下扩展 2Hz，扫频时间 25 秒，扫频方式为线性往返扫频（往返扫描模式实际加载时间是 50 秒）。成功通过第一级动力加载后，可进入第二级自主选择加载试验，加载过程同第一级。组委会最多提供 8 个单重 1.0kg 的砝码供参赛队员自行选择，只限在停车楼的第 5、6 层两层增加荷载，其权重系数分别为 0.7、1.3，增加荷载前不能改动原加载砝码布置方式，也不能在原砝码上叠加。

比赛加载前，由参赛队员介绍作品构思，时间控制在 1 分钟内，然后回答专家提问。答辩和加载阶段的总时间不超过 5 分钟。

在任一级加载试验中，当模型出现以下任一情况时，即视为加载失败，退出比赛：

- ① 加载砝码坠落；
- ② 有构件脱落；
- ③ 模型整体坍塌；
- ④ 其它由专家认定的结构失效。

3. 评分规则

根据结构体系、模型制作、陈述与答辩、加载测试 4 个方面进行评分，总分 100 分。不符合竞赛要求，或者在参赛过程中有违规行为，不遵守竞赛秩序和纪律参赛队，将取消参赛资格。

结构体系（8 分）

根据结构体系和造型的合理性、创新性评分。

模型制作（8分）

根据模型制作的外观质量和制作精细等评分。

陈述与答辩（4分）

根据现场陈述和回答情况评分。

加载测试（80分）

$$p = \frac{\alpha_1}{\alpha_{\max 1}} \times 55 + \frac{\alpha_2}{\alpha_{\max 2}} \times 25$$
$$\alpha_1 = \frac{L_1}{M}, \quad \alpha_2 = \frac{L_2}{M}$$

其中：

p ：试验加载总得分。

α_1 ：第一级指定荷载加载成功的荷载与结构自重的比值。

$\alpha_{\max 1}$ ：第一级指定荷载加载成功的荷载与结构自重的最大比值。

α_2 ：第二级自主加载成功的荷载与结构自重的比值。

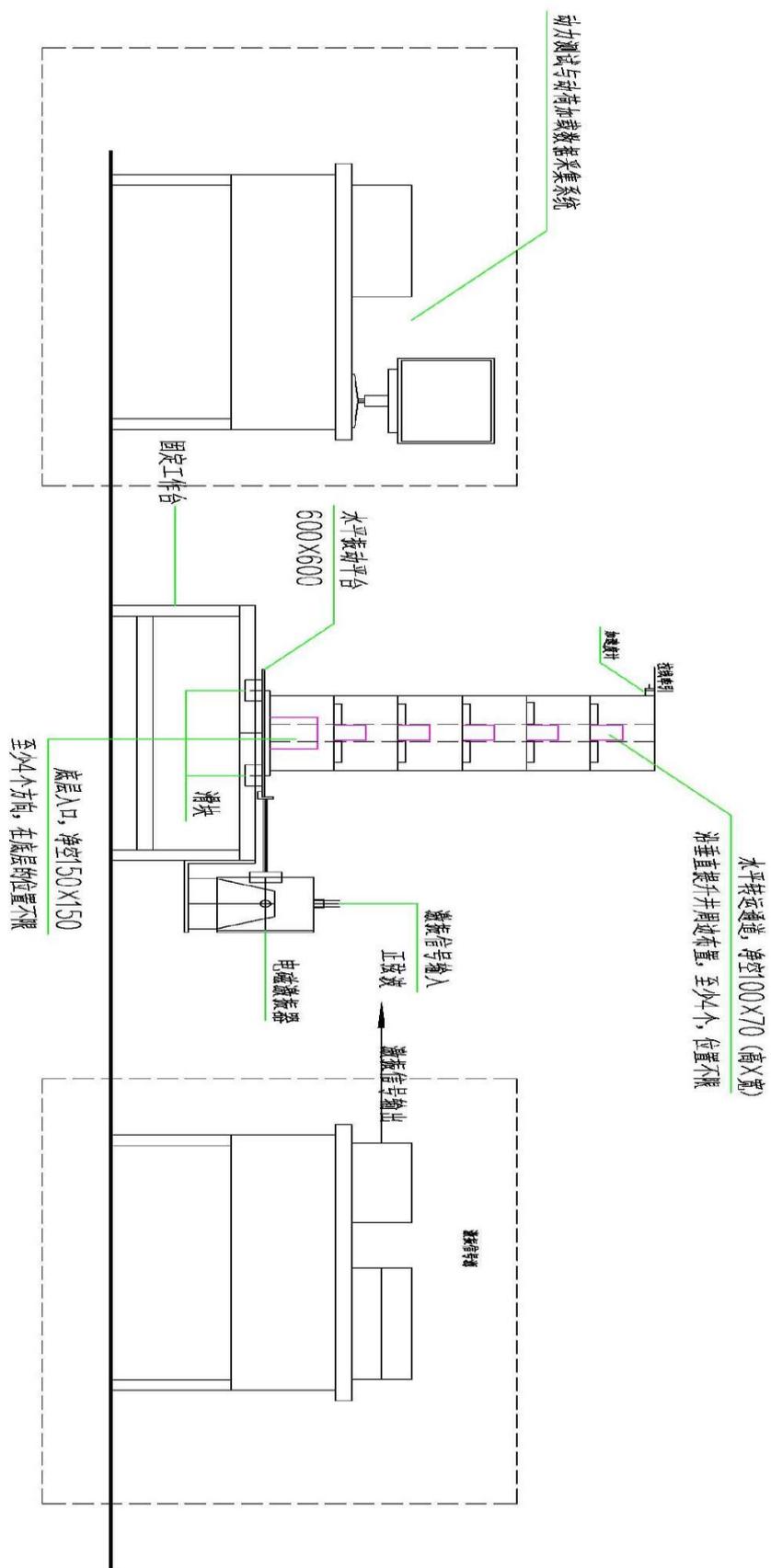
$\alpha_{\max 2}$ ：第二级指定荷载加载成功的荷载与结构自重的最大比值

L_1 ：第一级指定荷载加载值。

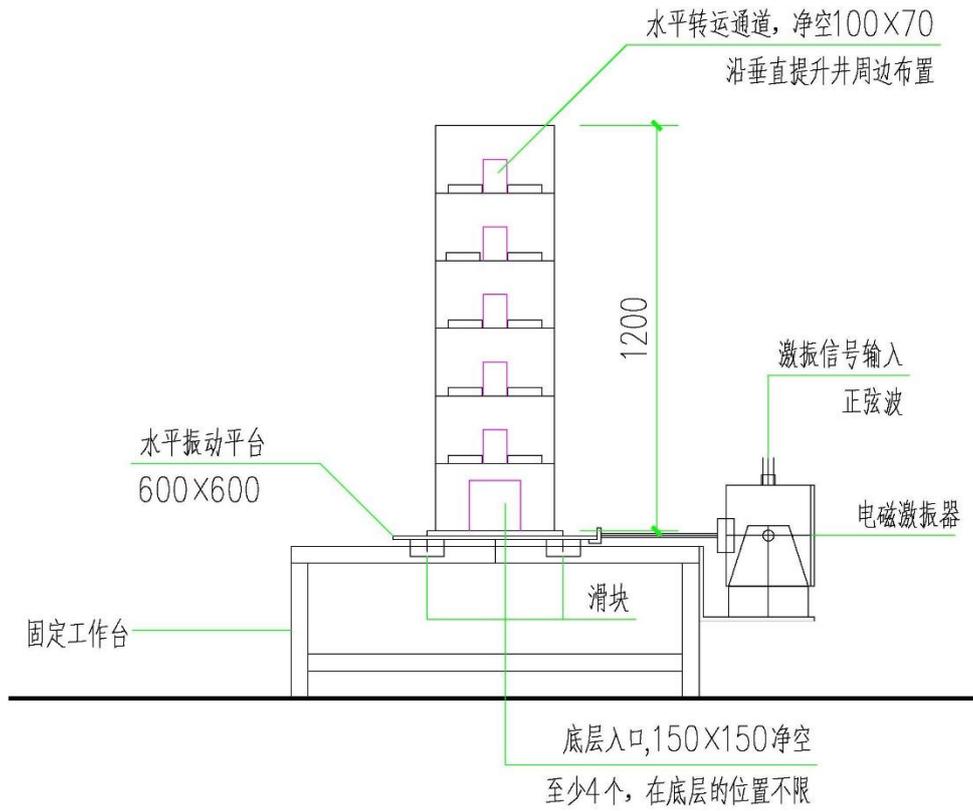
L_2 ：第二级自主荷载加载值，按规定的权重系数统计。

M ：模型加载前质量。

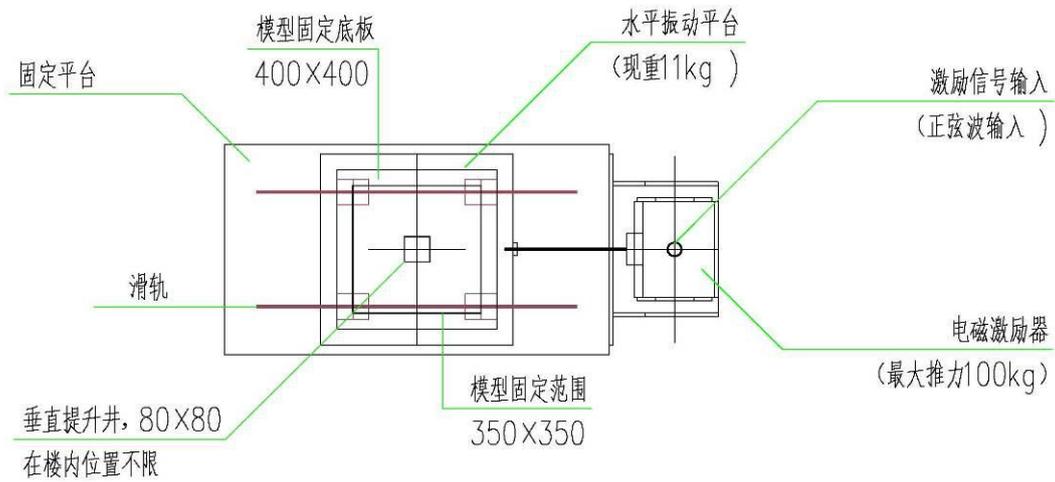
加载装置及模型总体示意图：



振动方向第一阶频率测试示



加载台立面图



加载台平面图