

2015 年第十二届华东地区高校结构设计邀请赛

(2015 年 5 月 28 日—31 日)

竞 赛 题 目

第十二届华东地区高校结构设计邀请赛组织委员会

南昌大学建筑工程学院

2015 年 3 月

目 录

一. 竞赛宗旨及目的.....	1
二. 竞赛内容.....	1
三. 竞赛题目.....	1
(一) 模型要求.....	1
(二) 模型材料.....	3
(三) 模型现场安装、加载及测试步骤.....	3
四. 评分规则.....	6
(一) 分数构成.....	6
(二) 评分细则.....	6

第十二届华东地区高校结构设计邀请赛

一、竞赛宗旨及目的

激发大学生的创新意识，培养大学生的实际分析和动手实践能力，提高大学生的综合素质，进一步加强华东地区高校学生之间的交流与合作。

二、竞赛内容

结构模型设计与计算分析；

结构模型制作；

结构模型加载试验。

三、竞赛题目

双塔连体结构是指两个塔楼在中、上部通过连廊连接成一个整体的结构，连体结构独特的外形能给人们带来强烈的视觉效果，且具有优良的建筑使用功能，正日益受到重视。

竞赛模型为双塔连体结构房屋模型，采用竹质材料制作，模型由主塔楼和连廊共同组成，连体结构模型由参赛选手制作，与木质底板固定，木质底板采用夹具固定于加载台上，图1为连体结构模型示意图。

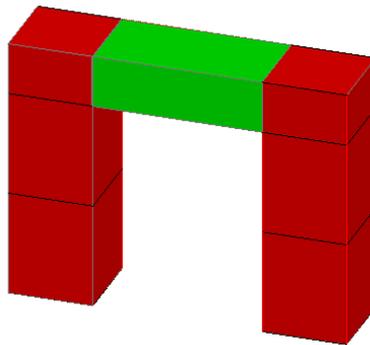


图1 模型示意图

（一）模型要求

1. 几何尺寸要求

(1) 底板：连体结构模型底部采用502胶水固定于960mm×360mm×80mm的木质底板上，底板用夹具固定于加载台上。

(2) 模型大小：模型具体尺寸要求如图 2 所示，模型总高度应为 625mm，允许误差为±5mm。总高度为木质底板顶面至模型顶面上表面的垂直距离。塔楼尺寸范围不得超过 200mm×200mm×625mm 的立方体，连廊侧立面投影尺寸范围不得超过 200mm×125mm 的长方形，模型形状及结构体系由参赛队自行确定，但塔楼及连廊的平面轮廓线必须通过图 2(b) 的模型轮廓点。

(3) 楼层数：塔楼模型必须具有 3 个楼层，底板视为模型第一层楼面。除第一层以外，每层楼面范围须通过设置于边缘的梁予以明确定义。

(4) 楼层净高：顶层净高不应小于 95mm，其余楼层净高应不小于 220mm。楼层净高是指该楼层主要横向构件顶部与其相邻的上一楼层主要横向构件底部之间的最小距离。若底板上设置有地梁，则第一层净高需自地梁顶部开始计算；若无地梁则从底板顶面开始计算。柱脚加劲肋、斜撑、隅撑及其他外立面构件不影响计算楼层净高。

(5) 楼层楼板：三层楼面及屋面层必须采用 1250×430×0.35mm 本色侧压双层复压竹皮进行蒙皮，用于模拟刚性楼板协调连体结构扭转，其余任何部位均不允许蒙皮，如图 3 所示。

(6) 使用功能要求：模型内部空间不允许设置空间斜向构件，模型底层正立面和背立面均必须保证有一个对齐的 120mm×210mm(宽×高)的门洞，门洞范围内不允许有任何构件。

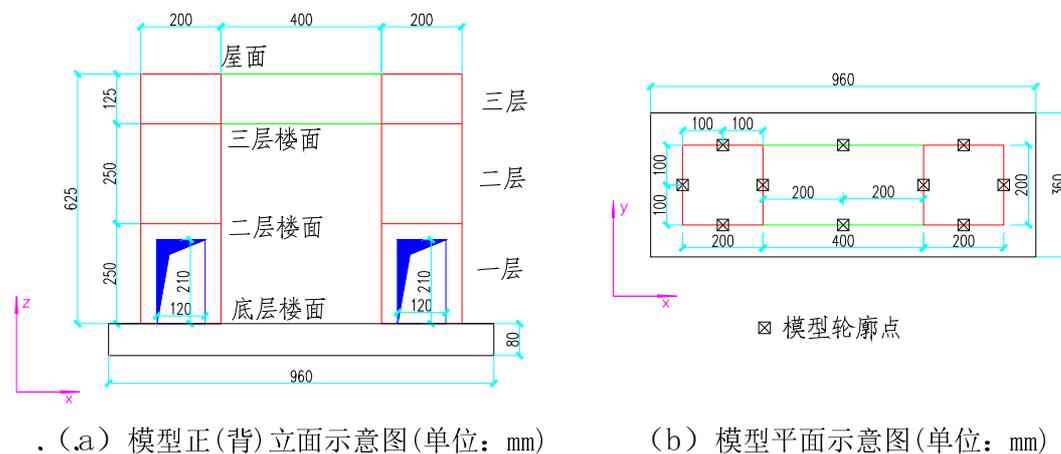


图 2 模型平、立面示意图

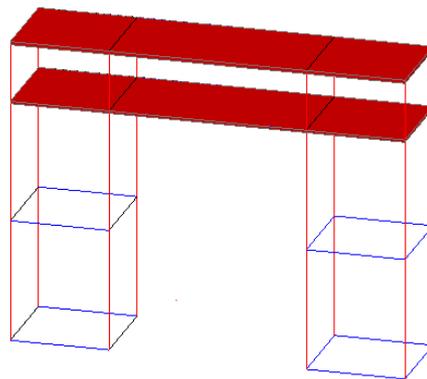


图3 楼层楼板蒙皮要求

2. 模型安装要求

利用 502 胶水将结构底部与木质底板相连，底板用夹具固定于加载台上。

(二) 模型材料

竞赛期间，承办方为各队提供如下材料及工具用于模型制作。

(1) 竹材：用于制作结构构件。有如下三种规格：

竹材规格	款式
1250×430×0.50mm	本色侧压双层复压竹皮
1250×430×0.35mm	本色侧压双层复压竹皮
1250×430×0.20mm	本色侧压单层复压竹皮

竹材力学性能参考值：弹性模量 $1.0 \times 10^4 \text{MPa}$ ，抗拉强度 60MPa；

(2) 502 胶水：用于模型结构构件之间的连接及模型与底板的固定；

(3) 模型底板：底板厚度约 8mm，长与宽分别为 960mm 和 360mm，底板上除预设孔洞外，不得另行钻孔；

(4) 加载尼龙绳，长度 200mm；

(5) 制作工具：美工刀、钢尺、砂纸、锉刀、改锥、小型锯子；

另外，承办方还提供公用的砂轮机。

(三) 模型现场安装、加载及测试步骤

1. 赛前准备

(1) 模型称重：将制作好的模型（不含底板）称重（精度 0.1g）；

(2) 将模型安装在底板上，然后核查模型的尺寸是否与命题要求吻合，底层开洞是否满

足命题要求；

(3) 得到入场指令后，迅速将模型及底板运进场内，安装在加载平台上，准备进行加载，赛场内安装时间不得超过 10 分钟。

(4) 以上过程由各队自行完成，赛会人员负责监督、标定测量仪器和记录。如在此过程中出现模型损坏，则视为丧失加载资格。

2. 加载及测试步骤

加载及位移测量点如图 4 所示，在加载点处绑扎尼龙绳形成绳套，以便与挂钩连接施加荷载，每个绳套由长度为 200mm 的尼龙绳制作而成，由队员在加载测试前自行安装，尼龙绳只能用于加载，不能用于结构构件，且不能剪断。

加载前，参赛队代表进行 2 分钟陈述，之后评委提问 2 分钟。

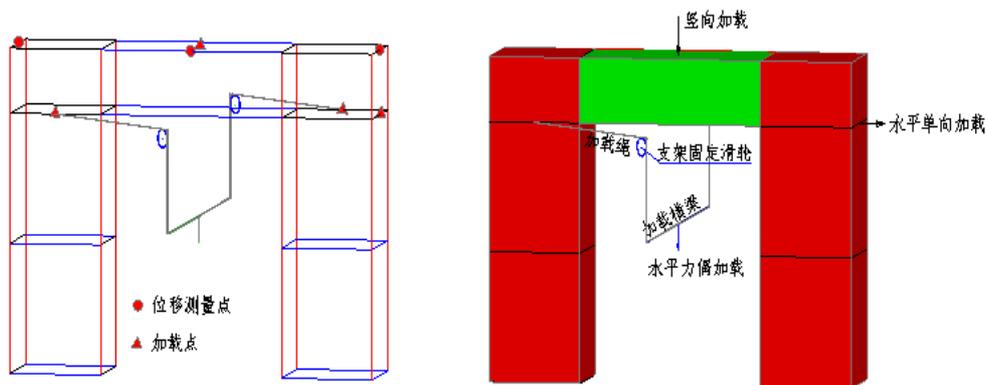


图 4 加载及位移测量点图

(1) 竖向静力加载

竖向静力加载如图5所示：

竖向静载由加载铁块施加，竖向加载区域尺寸（加载铁块平面尺寸）为130mm×150mm，最大竖向额定加载为100N，分二级加载，每级荷载为50N。记录每级荷载下竖向位移测量点竖向位移。

加载完成后由裁判检查模型，在竖向加载时出现结构垮塌、竖向变形超过10mm都将被判定为结构失效，且自动丧失后续加载资格。如二级加载下结构破坏，则取上一级加载重量作为评分依据。

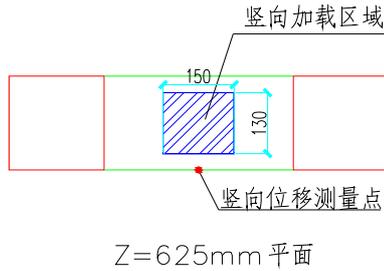


图5 竖向加载图示

(2) 水平单向加载

水平单向加载如图6所示：

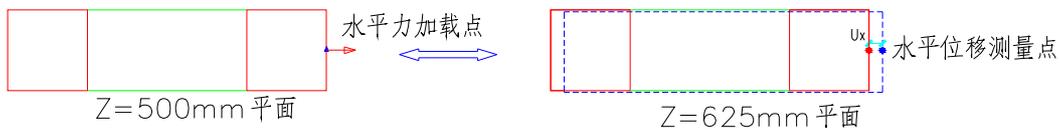


图6 水平单向加载图示

在竖向静力加载中模型通过100N加载未失效，则该模型可进行水平向静力加载，保持竖向100N 静力荷载不变，通过拉索和滑轮施加额定水平拉力60N，记录结构顶点x向水平位移 U_x （包括模型倾斜引起的位移）。

加载完成后由裁判检查模型，在水平向加载时出现结构垮塌、顶点位移 U_x 超过10mm 都将被判定模型失效，且自动丧失后续加载资格。

(3) 水平力偶加载

水平力偶加载如图7所示：

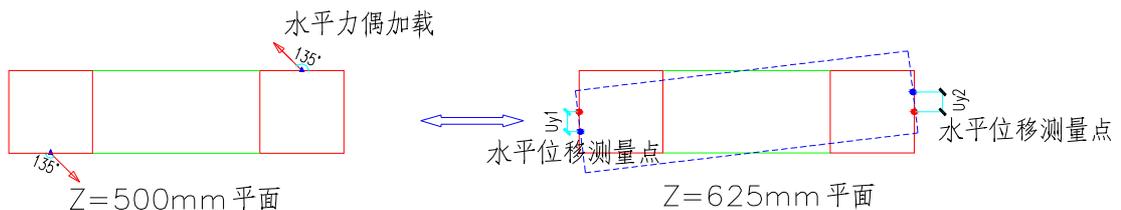


图7 水平力偶加载图示

在竖向加载和水平单向加载后如模型未失效，则该模型可进行水平力偶加载，保持竖向100N 静力荷载不变，撤除单向水平加载，通过水平力偶加载点施加额定水平拉力80N，记录结构顶点y向水平位移的均值 $U_{yave} = (U_{y1} + U_{y2}) / 2$ （包括模型倾斜引起的位移）。

加载完成后由裁判检查模型，在加载时出现结构垮塌、2个测点中的任何一个测点位移超过10mm都将被判定模型失效。

四、评分规则

本次比赛总分 100 分，参赛模型得分高者取胜。模型制作完毕后，由工作人员对模型进行型式审查，内容如下：

(a) 模型材料是否完全由组委会提供，如发现任何参赛队自带材料，该队将被取消参赛资格；

(b) 模型尺寸是否符合要求，如不符合要求，该模型将被取消参赛资格。

型式审查通过的模型，工作人员对模型进行称重并记录。

(一) 分数构成

按总分 100 分计算，其中包括：

- | | |
|-------------------|----------|
| (1) 计算书及设计图 10% | (共 10 分) |
| (2) 结构选型与制作质量 10% | (共 10 分) |
| (3) 现场表现 5% | (共 5 分) |
| (4) 加载表现评分 75% | (共 75 分) |

(二) 评分细则

A. 计算书及设计图

- | | |
|------------------|---------|
| (1) 计算内容的完整性 | (共 6 分) |
| (2) 图文表达的清晰性、规范性 | (共 4 分) |

注：计算书要求包含：结构选型、结构建模及主要计算参数、受荷分析、节点构造、模型加工图（含材料表）。

B. 结构选型与制作质量

- | | |
|---------------|---------|
| (1) 结构合理性与创新性 | (共 6 分) |
| (2) 模型制作美观性 | (共 4 分) |

C. 现场表现

- | | |
|----------|---------|
| (1) 现场陈述 | (共 3 分) |
| (2) 现场答辩 | (共 2 分) |

D. 竖向加载表现评分

- | |
|-------------------|
| (1) 竖向静力加载 (20 分) |
|-------------------|

计算方法为：

$$\max\left(20 \times \frac{\text{最轻模型重}}{\text{被测模型重}}, 10\right) \quad (1)$$

注：竖向荷载只通过第一级加载的记 10 分。

(2) 水平单向加载，测试连体方向抗侧移能力（25 分）

计算方法为：

$$\min\left(25 \times \frac{\text{最轻模型重}}{\text{被测模型重}} \times \frac{\text{最小位移 } U_x}{\text{被测位移 } U_x}, 25\right) \quad (2)$$

(3) 水平力偶加载，测试连体结构抗扭转能力（30 分）

计算方法为：

$$\min\left(30 \times \frac{\text{最轻模型重}}{\text{被测模型重}} \times \frac{\text{最小位移 } U_{yave}}{\text{被测位移 } U_{yave}}, 30\right) \quad (3)$$

【注 1】 模型重量是指模型称重重量，不含底板及加载块重量。竖向加载、水平单向加载、水平力偶加载计算公式中的最轻模型重量是指通过该级别额定加载不失效的最轻模型的重量。如某个模型只通过竖向加载，但没有通过水平加载，则公式(2)和(3)中最轻模型重量统计中不包括该模型重量。

【注 2】 同理，最小位移也是指通过该级别额定加载不失效模型的最小位移，未通过额定加载的位移不能计入。

按照总分的高低评出名次。