

# 湖南交通工程学院教务处

教务通〔2025〕26号

## 关于举办第十二届湖南省大学生结构设计竞赛 校级选拔赛的通知

为了进一步培养大学生创新意识、团队协作、提升专业能力、工程结构设计和实践能力，营造乐观主动积极的校园实践学习氛围，切实提高创新人才培养质量。由教务处主办、交通运输工程学院承办，面向工程类相关专业举办第十二届湖南省大学生结构设计竞赛校级选拔赛，并从中选拔优秀学生参加湖南省大学生结构设计竞赛，现将相关通知如下：

### 一、竞赛意义

大学生结构设计竞赛以立德树人为根本，贯彻以人为本的教育教学理念，通过搭建以赛促练、以赛促学、以赛促教、以赛促改、以赛促研、以赛立德的实践教学改革平台，把一群充满创造力的优秀学生聚集在一起，让他们的创造力互相激发，培养他们的创新意识和工匠精神，进一步加快推动应用型、复合型和创新型人才的培养。

### 二、竞赛组织

第十二届湖南省大学生结构设计竞赛校赛由教务处主办、交通运输工程学院承办，并成立竞赛组织机构。

#### 1. 成立竞赛组委会领导小组：

组 长：蔡炎斌

副组长：肖四喜 罗迎社 陈伟明 涂 宇 何美生

成 员：郑 明 蔡双阳 曹 果 周 敏 熊 桂 周立群

#### 2. 竞赛办公室：交通运输工程学院交通工程教研室

3. 竞赛评委会：由交通运输工程学院专业教师及行业专家组成。

### 三、竞赛对象

学校在籍的全日制本、专科学生。

### 四、竞赛内容

#### 1. 竞赛题目

水平荷载下塔式结构设计与模型制作(具体赛题详见 2025 年结构设计竞赛微信群)



#### 2. 竞赛内容

(1) 理论方案设计; (2) 模型制作; (3) 加载试验。

#### 3. 参赛要求

(1) 参赛者 of 湖南交通工程学院全日制在校本科、专科学生, 每个参赛队由最多 3 名学生组成, 提倡参赛学生跨专业、跨年级组队, 每位参赛者只允许参加一个队伍, 各参赛队应独立设计与制作模型, 避免雷同模型的出现。

(2) 每个队伍只能提交一件作品, 并要求给作品命名。

(3) 各参赛队伍必须在规定的的时间和地点参加竞赛活动, 迟到或缺席者视为自动放弃。竞赛期间不得随意更换参赛队员, 若有参赛队员因特殊原因退出, 不再补充新队员, 由剩下队员继续参赛。

#### 4. 理论方案要求

(1) 参赛队进行理论方案设计(包括设计思路、受力计算分析、材料用量、节点详图、制作情况、模型测试等), 理论方案不作强制要求, 提供理论方案的可加 1-10 分的奖励分。

(2) 理论方案封面必须注明作品名称, 参赛队员学院专业、姓名和学号;

(3) 理论方案要求用 A4 纸单面打印, 一式一份于规定时间内交到竞赛组委会, 逾期视为自动弃权。

## 五、竞赛时间安排

1. 报名时间：3月26日-4月1日（线上报名）。
2. 赛题解读时间：4月2日（星期二）中午13:00，在机电楼512教室召开指导老师见面会及竞赛启动会，并进行赛题讲解，初步讲解结构模型设计制作技巧。
3. 校赛时间：4月2日-4月10日，各参赛队进行理论方案设计（包括设计思路、受力计算分析、材料用量、节点详图、制作情况等）、结构模型制作，理论方案不作强制要求，提供理论方案的可加1-10分的奖励分。
4. 4月11日9:00-17:00，各参赛队递交理论方案设计书（A4单面打印）、结构模型，提交地点：机电楼510办公室周敏老师处。竞赛筹备工作组同时整理模型并编号。
5. 4月12日上午09:00，机电楼225筑梦协会开放性实验室举行模型加载测试。

## 六、奖项设置

本次竞赛由竞赛组委会制定统一的竞赛规程，并对竞赛结果进行现场评判，确保竞赛工作公平、公正、公开。

本次竞赛设以下奖项：一等奖（5%）、二等奖（10%）、三等奖（15%）。获奖等级按参赛模型综合得分从高到低的顺序确定，并颁发获奖证书。将在综合得分靠前的队伍中择优选择学生，参加省赛训练并将代表学校参加湖南省大学生结构设计竞赛。

## 七、其它

1. 比赛不收取报名、参赛费用。
2. 未尽事宜请与竞赛工作组联系。

附件：第十二届湖南省大学生结构设计竞赛校级选拔赛赛题

教务处 交通运输工程学院

2025年3月26日

教务处

附件

# 第十二届湖南省大学生结构设计竞赛校级选拔赛赛题

## 《水平荷载下塔式结构与模型制作》

### 一、竞赛要求

#### 1.1 参赛要求

(1)参赛者均为全日制在校本科生。每个参赛队由3名学生组成，提倡参赛学生跨专业、跨年级组队，每位参赛者只允许参加一个队伍，各参赛队应独立设计与制作模型，避免雷同模型的出现。

(2)每个参赛队只能提交一件作品，并给作品命名。

(3)各参赛队必须在规定时间内和地点参加竞赛活动，迟到或缺席者视为自动弃权。竞赛期间不得随意更换参赛队员，若有参赛队员因特殊原因退出，不再补充队员，由剩下队员继续参赛。

#### 1.2 书面材料要求

(1)理论方案的内容应包括：设计说明书、方案图、材料用量表和计算书。设计说明书应包括对方案的构思、造型和结构体系及其他有特色方面的说明；方案图应包括结构整体布置图、主要节点、构件详图和方案效果图；计算书应包括结构选型、计算简图、荷载分析稳定性计算、内力分析与承载能力计算等。

(2)理论方案封面必须注明作品名称，参赛队员学院专业、姓名和学号；正文按设计说明书、方案图和计算书的顺序编排。

(3)理论方案要求用A4纸单面打印，一式一份于规定时间内交到竞赛组委会，逾期视为自动弃权。

### 二、模型要求

#### 2.1 模型概况

要求设计并制作一个塔式结构模型。加载前，将砝码固定在塔顶，底部通过竹底板四个脚部螺栓固定在加载架上。通过放置不同质量的顶部砝码和侧向力砝码，施加竖向力和水平力实现不同工况下的结构受力。模型及加载装置示意图如图1所示。

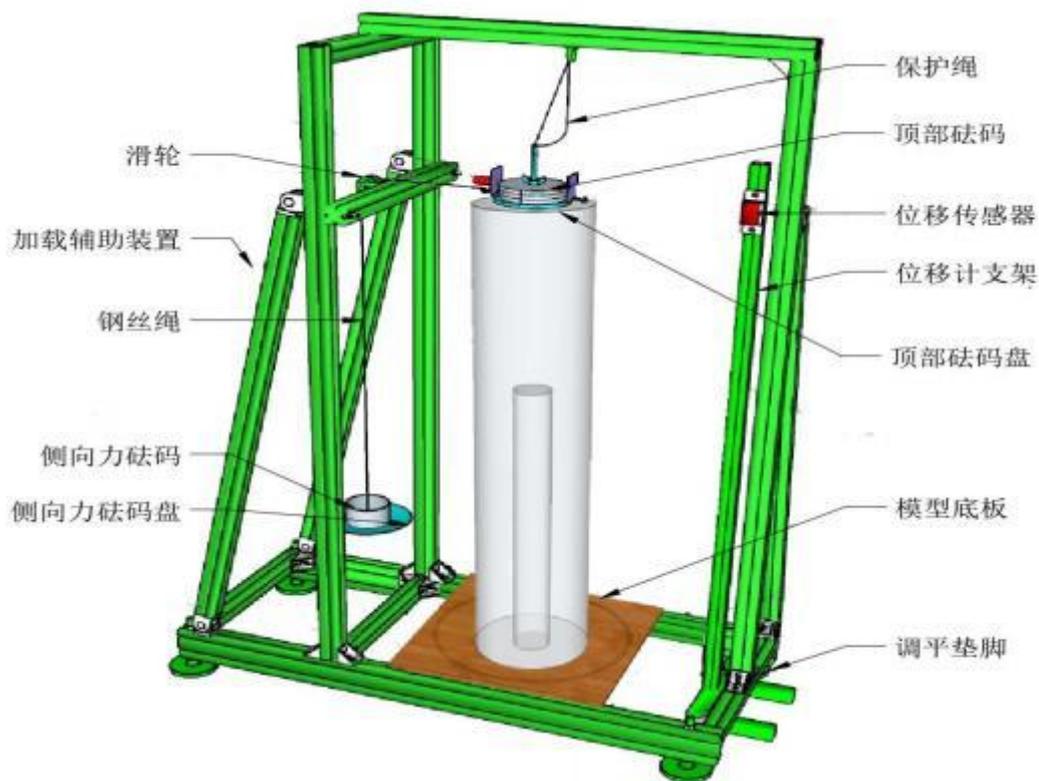


图 1 模型及加载装置示意图

## 2.2 模型结构的边界条件

本竞赛需制作一个塔体结构。塔身总高度为 850mm，塔身内部给出圆柱体内规避区，外部给出圆筒外规避区。塔身结构形式不做要求。其具体尺寸如下：

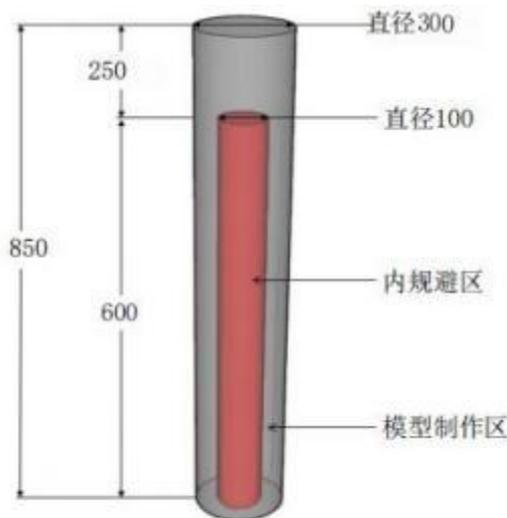


图2模型制作空间(灰色部分, 单位: mm)

(1)塔身规避区要求：塔身外规避界限为底面半径 150mm、高 850mm 的圆柱，规定模型的外边界不得超出此界限；塔身内规避区为底面半径 50mm，高 600mm 的圆柱体，规定不得在此规避区内放置任何杆件；模型整体在灰色阴影之内。上述相关尺寸的误差均需满足在 $\pm 5\text{mm}$  范围内。

(2)塔顶要求：塔顶需为水平面，平面标高为 850mm，可以通过热熔胶可靠粘贴顶部砝码盘并放置顶部砝码，安装后的顶部砝码盘底面标高须与结构顶面要求高度 850mm 一致；顶部砝码盘中心点的平面投影须与模型底板中心点重合。

### 2.3 模型与竹支座的连接

模型通过自攻螺钉固定于模型底板上，支座竹板如图 3 所示，底板通过专用螺丝手动固定在加载装置上（需要拧紧）。模型固定后整体结构需要关于 X 轴大致对称（宏观杆件布局须正对称或反对称，局部小细节可以不对称），不可使用 502 胶水等任何其他物体进行固定。每使用一个螺钉相当于增加 1g 模型质量。螺钉总数量不超过 8 颗。

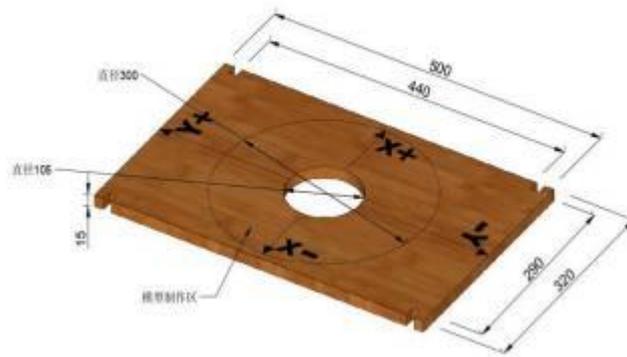


图 3 支座竹板示意图

## 三 加载装置

### 3.1 加载装置组成

加载装置如图 1 所示。组成加载装置的主要部分为水平荷载加载系统、顶部质量系统、位移量测系统、加载辅助框架等。各组成部分应满足赛题各项标准要求，参赛队员也应考虑加载设备、各系统配合及测量等误差对竞赛结果的影响。

### 3.2 水平荷载加载系统

水平荷载加载系统由钢丝绳、装在加载辅助框架上的滑轮、侧向力砝码和侧向力砝码盘组成，如图 1。加载时通过钢丝绳一端水平与模型顶部的顶部砝码盘连接，钢丝绳绕过滑轮组后另一端竖向与侧向力砝码盘连接，侧向力砝码盘重 466 克（误差在 5 克以内，不含钢丝绳重量），其上置砝码通过重力作用施加水平荷载。

顶部质量系统由顶部砝码、顶部砝码盘及附属配件组成。如图 4 所示，顶部砝码盘及附属配件总重 1kg，顶部砝码盘底部可通过热熔胶与模型顶部固定。顶部砝码为专用砝码，每块质量为 1kg，具体尺寸如图 5。

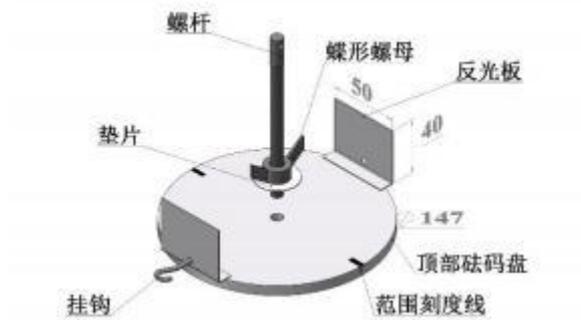


图4 顶部砝码盘及附属配件（单位：mm）

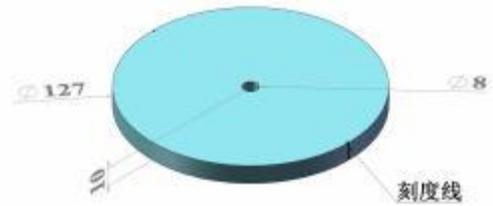


图5 顶部砝码（单位：mm）

螺杆与顶部砝码盘、蝶形螺母、垫片、反光板等配合，用于固定顶部砝码，连接水平加载钢丝绳，并可反射位移计发出的光以测定水平位移，如图 6。

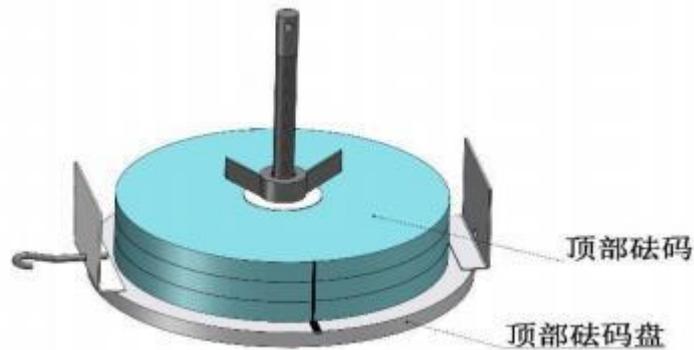


图6 顶部质量系统组合图

## 四、模型加载过程

### 4.1 加载准备

在指定区域使用热熔胶（仅可用于填充模型与顶部砝码盘之间的缝隙）将顶部砝码盘固定在结构顶部区域。此环节限时 3 分钟。随后将模型底板通过螺栓固定在竹支座上。

### 4.2 一级加载

a) 在顶部砝码盘上按赛题要求添加质量为  $m-1$  的顶部砝码

b) 砝码规格为：1Kg 五块。第一级荷载 6kg（含砝码盘重量 1kg）。加载时间持续 8 秒

### 4.3 二级加载

a) 第二级加载为水平静载。第一级顶部砝码保持不变，参赛队员将第二级加载所用的钢丝绳

放置于滑轮导轨上，一端连接侧向力砝码盘，另一端连接顶部砝码盘。在侧向力砝码盘上放置质量  $m$  砝码模拟水平荷载。

b) 砝码规格为：1kg 二块、2Kg 若二块。第二级荷载任选 3~5kg (含砝码盘重量 0.5kg) 一种。加载时间持续 10 秒。

## 五、模型设计与理论方案

### 5.1 模型设计

各参赛队利用笔记本电脑等和有限元分析软件（推荐盈建科结构分析软件或 Midas Civil）进行模型设计和计算。

### 5.2 理论方案

理论方案内容需包括备赛过程总结和现场设计计算两部分。

备赛过程总结主要从理论、试验和计算等方面说明参赛队是如何为最终比赛进行准备的；现场计算部分需包括计算模型描述、主要计算参数、计算结果。计算结果需从强度、刚度和稳定等方面进行评价。各队还需提供一张可以清楚表示模型结构体系的 A4 幅面的轴测图。

以上理论方案需提交纸质版一份，模型轴测图提交纸质版一份，供评委评分使用。

附件 2：大学生结构设计竞赛理论方案（模板）

## 六、模型制作要求

模型采用竹材制作，竹材规格与发放量如表 1，竹材参考力学指标见表 2。

表 1. 竹材规格及用量上限

竹材规格		竹材名称	每队发放量
竹皮	1250mm×430mm×0.20 (+0.05) mm	集成竹片（单层）	0.5 张
	1250mm×430mm×0.35 (+0.05) mm	集成竹片（双层）	1 张

注：竹材规格括号内数字仅为材料厚度误差限，通常为正公差；

表 2. 竹材参考力学指标

密度	顺纹抗拉强度	抗压强度	弹性模量
0.789g/cm <sup>3</sup>	150MPa	65MPa	10GPa

为每队统一提供 502 胶水（30g 装）2 瓶，用于结构构件之间的连接。

模型制作期间，机电楼 225（筑梦协会）统一提供制作材料、美工刀、剪刀、水口钳、磨砂纸、尺子（钢尺、三角板）、镊子、滴管等材料 and 常规制作工具，但不能带走。

## 七、模型尺寸检测与加载

### 7.1 尺寸检测

模型提交后进行模型称重与尺寸检测。

提交模型时由工作人员对模型称重，将安装模型使用的自攻螺钉总数量折算成模型质量，一个螺钉相当于 1g 模型质量。

模型安装后进行尺寸检测，尺寸不合格将进行相应的罚分或取消比赛资格。尺寸误差在 5~10mm 之间罚 10 分，超过 10mm 取消比赛资格。检测包括几何外观尺寸检查，加载点位置检查。以上模型安装和尺寸检查操作由各队自行完成，工作人员负责监督、标定测量仪器和记录。如在此过程中出现模型损坏，不得对模型进行修补。

### 7.2 加载流程

a)模型安装及尺寸检查合格后，在指定区域使用热熔胶（仅可用于填充模型与顶部砝码盘之间的缝隙）将顶部砝码盘固定在结构顶部区域。随后将模型底板固定在竹支座上；以上模型安装过程由各队自行完成，工作人员负责监督、标定测量仪器和记录。

b)准备完毕，开始进行加载，加载由参赛队员完成。

c)第一级加载：按照加载点位置及荷载进行第一级加载。加载由参赛队员进行，加载完成需举手示意，计时 8 秒钟，结构未失效，则加载成功。

d)第二级荷载：按照加载点位置及荷载进行第二级加载。加载由参赛队员进行，加载完成需举手示意，计时 10 秒钟，模型未失效，则加载成功。

e)模型刚度测试

模型刚度测试主要通过测试模型顶点水平位移完成，第二级加载悬挂水平力砝码盘后，队员举手示意，10 秒钟后记录位移计初始读数  $w_0$ ，队员按模型提交时填写的第二级水平加载砝码质量  $m_2$ ，成功加载后，队员举手示意，10 秒钟后记录顶点位移  $w_1$ ，模型顶点水平位移  $w_i = |w_0 - w_1|$ 。

f)整个加载过程需在 5 分钟内完成。

## 八、评定标准

### 8.1 模型违规标准

出现以下几种情况之一，判定违规，直接取消比赛资格：

- a)不满足关于模型与支座竹板接触范围的相关要求。
- b)不满足关于各加载点位置的相关规定。
- c)不满足关于模型材料使用的相关要求。
- d)发生经认定的关于尼龙绳兼作结构构件的情况。

## 8.2 加载失效判定标准

加载过程中出现以下几种情况之一，判定加载失效，终止加载，本级加载及以后级别加载成绩为零：

- a)第一级加载发生结构倒塌。
- b)第二级加载发生结构倒塌。如第二级加载时结构垮塌，第一级加载成绩有效。
- c)加载过程中无论任何原因出现处于加载状态的砝码落地现象。
- d)评委认定不能继续加载的其他情况。

## 九、评分标准

### 9.1 总分构成

结构评分按总分 100 分计算，其中包括：

- a)理论方案分值： 10分
- b)模型结构与制作质量分值： 10 分
- d)加载表现分值： 80 分
- e)违规罚分

### 9.2 评分细则

- a)理论方案分： 满分 10 分

第  $i$  队的理论方案分  $A_i$  根据计算内容的科学性、完整性、准确性和图文表达的清晰性与规范性等进行评分；理论方案要有队伍的名称和队员信息标识，否则为零分。

- b)模型结构与制作质量分:满分 10 分

第  $i$  队的模型结构与制作质量分  $B_i$ 根据模型结构体系（结构的合理性、创新性、实用性等）与制作工艺（制作质量、美观性等）进行评分，其中模型结构与制作质量各占5分。该项分数的评判由评委针对实物模型进行。

- c) 加载表现评分： 满分80分

第一级加载总分： 30分

第一级加载系数  $K_{1i}$  :

$$K_{1i} = \begin{cases} \text{Min} \left( 1, \frac{E_{1i}}{E_{1i-\max}} \right) , & \text{加载成功} \\ 0, & \text{加载失败} \end{cases}$$

其中,  $E_{1i}$  为某队的第一级荷重比, 此时荷载为顶部竖向砝码重量;  $E_{1i-\max}$  为所有通过二级加载的模型中的第一级荷重比最大值, 若所有队伍均未通过第二级加载, 则  $E_{1i-\max}$  取通过加载级别最多的模型第一级荷重比最大值。本级加载得分  $D_{1i} = 30K_{1i}$ 。

第二级加载总分 30 分

第二级加载系数  $K_{2i}$  :

$$K_{2i} = \begin{cases} \text{Min} \left( 1, \frac{E_{2i}}{E_{2i-\max}} \right) , & \text{加载成功} \\ 0, & \text{加载失败} \end{cases}$$

其中,  $E_{2i}$  为某队的第二级荷重比, 此时荷载为水平砝码重量 (3-5kg), 不含侧向砝码盘重量;  $E_{2i-\max}$  为所有通过二级加载的模型中的第二级荷重比最大值, 本级加载得分  $D_{2i} = 30K_{2i}$

模型刚度表现分 20 分

模型刚度表现分 ( $E_i$ ) : 满分 20 分 (仅在第二级加载时测试) 按以下方式计算模型刚度表现分  $E_i$

$$D_{2i} = \begin{cases} \frac{W_i}{[W]} \times 20, & \text{当 } W_i \leq [W] \text{ 时} \\ \frac{\frac{4}{3}[W] - W_i}{\frac{4}{3}[W] - 15} \times 20, & \text{当 } [W] \leq W_i < \frac{4}{3}[W] \text{ 时} \\ 0, & \text{当 } W_i \geq \frac{4}{3}[W] \text{ 或者 } W_i \leq 0 \text{ 时} \end{cases}$$

其中,  $W_i$  —— 第二级加载成功时, 模型顶点的水平位移 (mm), 水平拉力方向为正。  $[W]$  —— 第二级加载时模型的允许挠度,  $[W]=15\text{mm}$ 。

第  $i$  队的加载表现得分为:

$$D_i = D_{1i} + D_{2i} + D_{3i}$$

(5) 罚分标准 ( $F_i$ )

出现以下情况，进行罚分，所罚分数累计计算，总罚分记为  $F_i$ （总罚分最多罚到加载表现得 0 分为止，加载表现不产生负分）。

1) 单次模型检验测试时间超过第 8 条所述限制，每超过 1 分钟，罚 1 分，不足 1 分钟按照 1 分钟计算，超时罚分达到 10 分，取消加载资格。

2) 加载准备时间超过第 11.1 条所述 4 分钟限制，每超过 1 分钟，罚 1 分，不足 1 分钟按照 1 分钟计算，超时罚分达到 10 分，取消加载资格。

3) 加载测试时间超过第 11.2 条所要求 5 分钟限制，加载停止，已完成级别的测试成绩有效。5 分钟直至全部参赛队员携带模型离开加载区域，每超过 1 分钟，罚 2 分，不足 1 分钟按照 1 分钟计算。

### 9.3 总分计算方式

第  $i$  队总分计算为： $S_i = A_i + B_i + C_i + D_i + E_i - F_i$

## 十、奖项设置与其他

本次竞赛由竞赛组委会制定统一的竞赛规程（见附件一），并对竞赛结果进行现场评判，确保竞赛公平、公正、公开，加载试验测试结束公布比赛结果。本次竞赛设综合一等奖（5%）、二等奖（10%）、三等奖（15%），按加载模型数量的 30% 确定全部等级奖数量。学校教务处对获奖的参赛队伍每名成员颁发荣誉证书。获奖选手均有机会成为第十二届湖南省大学生结构设计和第十八届全国大学生结构设计竞赛的预备队员，并进入下一轮省赛与国赛正式队员的遴选阶段。

湖南交通工程学院大学生结构设计竞赛组委会

2025 年 3 月 26 日

第十二届湖南省大学生结构设计竞赛校级选拔赛理论方案

(模板)

大学生结构设计竞赛  
理论方案

冲击荷载下高层建筑结构与制作

作品名称: \_\_\_\_\_

组长姓名: \_\_\_\_\_

队员姓名: \_\_\_\_\_

联系方式: \_\_\_\_\_

湖南交通工程学院大学生结构设计竞赛组织委员会

2025年4月

# 目 录

第一部分：实训过程总结.....	15
1 方案设计.....	15
1.1 赛题解读.....	15
1.2 方案构思.....	15
1.3 细部构造.....	1
2 试验方面.....	1
2.1 材料测试.....	1
2.2 细部构造.....	16
3 计算方面.....	16
3.1 建模方法.....	16
3.2 建模参数.....	16
第二部分：现场计算分析.....	17
4 结构建模及主要参数.....	17
4.1 **软件名称**结构模型.....	17
4.2 结构分析中的主要参数.....	17
5 受力分析.....	18
5.1 强度分析.....	18
5.2 刚度分析.....	18
5.3 稳定分析.....	18
5.4 小结.....	19
6 模型尺寸图.....	19

# 第一部分：实训过程总结

## 1 方案构思（楷体三号，加粗）

### 1.1 赛题解读（楷体四号，加粗）（对赛题的基本要求进行简要概况）

### 1.2 方案比选（楷体四号，加粗）（可结合参数组合差异对结构方案、传力路径、模型效率等进行定性比对）

\*\*\*\*\*。（正文字体字号为小四，中文字体宋体，英文字体 Time New Romans，1.5 倍行距）

(1) \*\*\*\*\*。

(2) \*\*\*\*\*。

\*\*\*\*\*。

表 1-1 中列出了\*\*\*\*\*。

表1-1 \*\*\*\*\*（所有图表须有编号，表名及表内字体为五号，字体中英文类型同正文，表格格式为三线表，参考[三线表格式（点击该链接获得详情）](#)）

体系对比	体系 1	体系 2	体系**
优点	***	***	***
缺点	***	***	***

模型结构体系\*\*\*如图 1-1 所示。

(a) 模型结构立面图

(b) 模型结构轴侧图

图 1-1 \*\*\*\*\*（图名字体为五号，字体中英文类型同正文，采用无边框表格进行排版）

## 2 试验方面（楷体三号，加粗）

### 2.1 材料测试（楷体四号，加粗）（关于材料力学性能的测试方法和结果）

\*\*\*\*\*。（正文字体字号为小四，中文字体宋体，英文字体 Time New Romans，1.5 倍行距）

(1) \*\*\*\*\*。

(2) \*\*\*\*\*。

\*\*\*\*\*。

## 2.2 细部构造 (楷体四号, 加粗) (介绍不同杆件截面和节点的细部构造方法)

\*\*\*\*\*。(正文字体字号为小四, 中文字体宋体, 英文字体 Time New Romans, 1.5 倍行距)

(1) \*\*\*\*\*。

(2) \*\*\*\*\*。

\*\*\*\*\*。

## 3 计算方面 (楷体三号, 加粗)

### 3.1 建模方法 (楷体四号, 加粗)

\*\*\*\*\*。(正文字体字号为小四, 中文字体宋体, 英文字体 Time New Romans, 1.5 倍行距)

(1) \*\*\*\*\*。

(2) \*\*\*\*\*。

\*\*\*\*\*。

### 3.2 建模参数 (楷体四号, 加粗)

\*\*\*\*\*。(正文字体字号为小四, 中文字体宋体, 英文字体 Time New Romans, 1.5 倍行距)

(1) \*\*\*\*\*。

(2) \*\*\*\*\*。

\*\*\*\*\*。

# 第二部分：现场计算分析

## 4 结构建模及主要参数

本结构采用\*\*软件名称\*\*进行结构建模及分析。

### 4.1 \*\*软件名称\*\*结构模型

利用有限元分析软件\*\*软件名称\*\*建立了结构的分析模型，如图4-1所示。



图 4-1 \*\*\*\*\*

### 4.2 结构分析中的主要参数

在\*\*软件名称\*\*建模分析中，对主要参数进行了如下定义：

(1) 材料部分：竹皮的弹性模量设为\*\*\*N/mm<sup>2</sup>，抗拉强度设为\*\*\*N/mm<sup>2</sup>；（**需注意物理量及单位的撰写格式，物理量符号、物理常量、变量符号用斜体，计量单位等符号均用正体**）

(2) 几何信息部分：各构件截面及尺寸按实际情况输入。其中，杆件\*\*\*\*采用了\*\*\*\*截面尺寸，\*\*\*\*。

(3) 荷载工况部分：根据赛题规定，可能有\*\*种荷载工况。第一级荷载为\*\*\*\*，第二级荷载为\*\*\*\*，第三级荷载为\*\*\*\*。在\*\*软件名称\*\*中，采用了\*\*\*\*设置。

(4) 模型现场抽取参数：根据现场抽签结果，主跨为\*\*\*\*，次跨为\*\*\*\*；钢球撞击高度为\*\*\*\*。

(5) 结构支座（含桥墩）部分：在\*\*\*\*施加了\*\*\*\*约束。

## 5 受力分析 (可仅分析代表性的情况, 如主跨跨中截面最不利荷载位置分析)

### 5.1 强度分析

(1) 第一级荷载

\*\*\*\*\*。

经分析, 其应力情况如图 5-1 所示, 可知: \*\*\*\*\*。

图 5-1 \*\*\*\*\*

(2) 第二级荷载

\*\*\*\*\*。

经分析, 其应力情况如图 5-2 所示, 可知: \*\*\*\*\*。

图 5-2 \*\*\*\*\*

(3) 第三级荷载

\*\*\*\*\*。

经分析, 其应力情况如图 5-3 所示, 可知: \*\*\*\*\*。

图 5-3 \*\*\*\*\*

### 5.2 刚度分析 (仅分析第三级荷载工况)

第三级荷载

\*\*\*\*\*。

经分析, 其变形情况如图 5-4 所示, 可知: \*\*\*\*\*。

图 5-4 \*\*\*\*\*变形图

### 5.3 稳定分析 (仅分析③轴线桥墩的第三级荷载工况)

第三级荷载

\*\*\*\*\*。

\*\*\*\*\*。

经分析，其失稳模态如图 5-5 所示，可知：\*\*\*\*\*。

图 5-5 \*\*\*\*\*失稳模态图

## 5.4 小结

综合\*\*\*\*分析，可以得到\*\*\*\*\*。

## 6 模型尺寸图

(a) 模型俯视图

(b) 模型正立面图

(c) 模型侧立面图

(d) 模型轴测图

图 6-1 \*\*\*\*\*

表6-1 主要构件参数表

编号	截面形状	尺寸	数量
L1		**×**×**mm	**
L2		**×**×**mm	**
...			