

附件 2:

五邑大学第二十四届科技学术季暨土木建筑学院第 十九届结构设计大赛题目（兴趣组）

《撞击荷载下桥梁结构设计与制作》

一、背景

随着科技的不断进步，新材料、新工艺和新设计理念的应用，为桥梁设计带来更多的创新和发展，跨越大江、大河及海洋的桥梁日益多。与此相对应，在建和已建成的桥梁被撞事故也逐年增加。船撞桥是一种较为常见但危害较大的水上交通事故，2024 年 2 月 22 日，一艘空载集装箱船航经洪奇沥水道时触碰广州南沙区万顷沙镇沥心沙大桥桥墩，使沥心沙大桥桥面断裂，导致五人伤亡。大型船舶撞击桥梁事故的严重性也引起了越来越多的关注。

本届赛题以承受静荷载和撞击荷载的桥梁为对象。

二、竞赛分组

专业组：1. 土木建筑学院 2020-2022 级、2023 级土木工程、交通工程（道路与桥梁）专业、专升本 2023-2024 级；2. 机械与自动化工程学院 2021-2022 级机械工程专业、轨道交通学院 2021-2022 级车辆工程专业。

兴趣组：除专业组外的所有同学。

三、竞赛内容

包括：1. 方案设计书；2. 结构模型制作；3. 加载结果

四、竞赛要求

1. 提交方案设计书

(1) 内容应包括：设计与制作说明书、模型三视图。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；模型三视图应包括比赛模型的主视图、左视图及俯视图。

(2) 封面必须注明作品名称、学院、参赛队员姓名、专业以及组号；正文按设计说明书、方案图的顺序编排。（图样见五邑大学土建易班公众号发出的相关推文）

(3) 用 A4 纸打印，一式三份于规定时间（请密切关注结构大赛最新消息，时间会提前一周以上公布）内交到竞赛组委会，逾期作自动放弃处理。

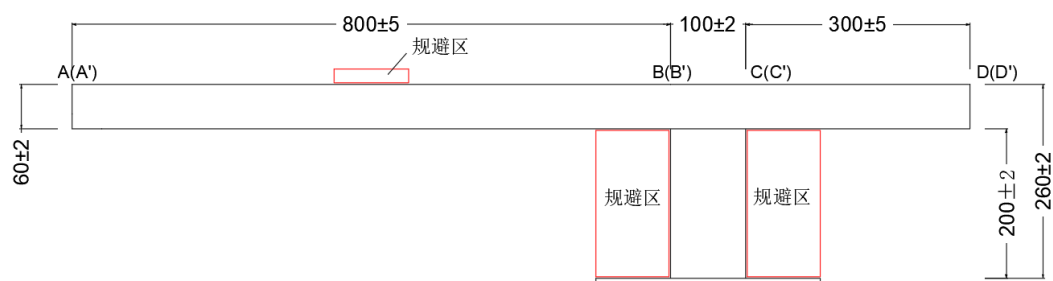
2. 模型概述

竞赛模型为桥梁模型，结构形式不限，具体要求尺寸如下：

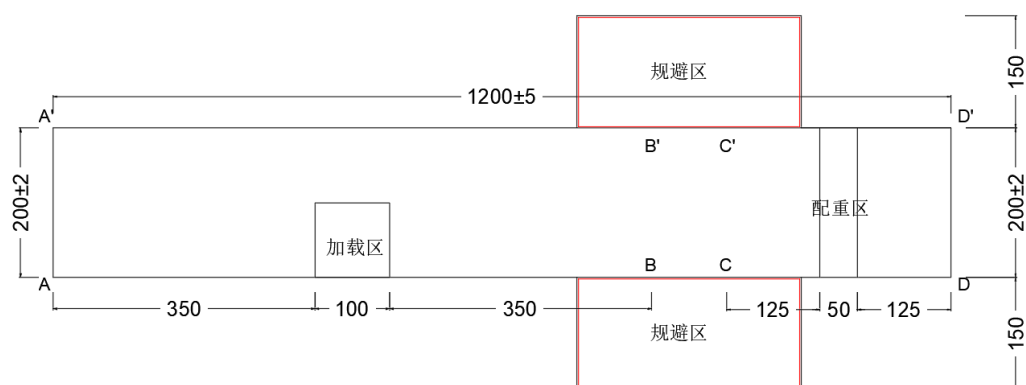
(1) 桥面高度 $260\text{mm} \pm 2\text{mm}$ ，桥墩区域内竖直方向上高度不限，桥面至少存在两跨，必须提供加载区域，加载区域上方 20mm 为规避区，偏载加载区域位于桥面长段中点处，桥体总长度为 $1200\text{mm} \pm 5\text{mm}$ ，A、B 两点水平距离为 $800\text{mm} \pm 5\text{mm}$ ，C、D 两点水平距离为 $300 \pm 5\text{mm}$ ，AA'、BB'、CC'、DD' 水平高度均为 $260\text{mm} \pm 2\text{mm}$ ，桥梁上部结构厚度为 $60 \pm 2\text{mm}$ ，桥墩部分高度不可低于 $200\text{mm} \pm 2\text{mm}$ ，桥面宽度与桥墩宽度均为 $200\text{mm} \pm 2\text{mm}$ 为模型边界条件如图 1、图 2 所示。

(2) 模型底板上表面起竖向距离 $200\text{mm} \pm 2\text{mm}$ 区域为规避区，规避区内请勿设置结构杆件。模型底面尺寸限制在 $200\text{mm} \times 100\text{mm}$ 的长方形区域内，模型底部用竹片进行固定，用于底座固定的竹片可设置在底板规避区域内，底板尺寸及模型区域见图 3 所示。

(3) 必须使用比赛承办方提供的比赛材料和胶水，不符合上述要求的模型将取消比赛资格。

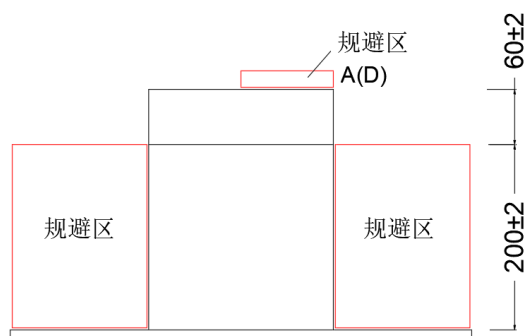


桥梁正视图（单位：mm）

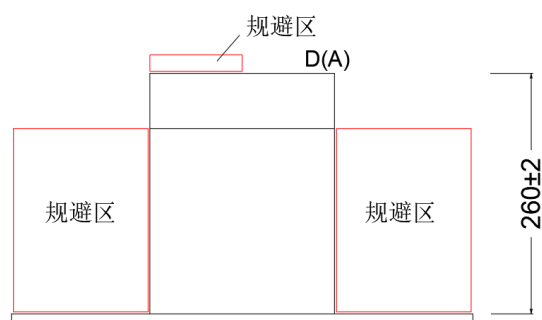


桥梁俯视图（单位：mm）

图 1 模型尺寸范围示意

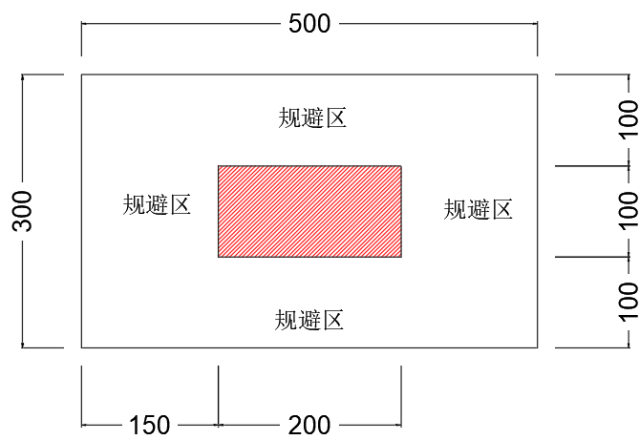


桥梁左视图（单位：mm）



桥梁右视图（单位：mm）

图 2 模型尺寸范围示意图



底板桥墩范围（单位：mm）

图 3 模型底板范围示意图

3. 模型制作要求

模型结构的所有构件、连接部件均采用给定材料手工制作完成。材料和木底板由比赛承办方统一提供。统一提供的木底板、材料具体如下：

（1）木底板1块，尺寸为300mm×500mm×10mm。各参赛队不得对底板进行任何使重量改变的操作，如挖空、磨皮等，否则视为违规。

（2）集成竹杆材若干，规格、数量和力学指标见表1和表2。

（3）502胶水（30g装）2瓶，用于模型制作期间结构构件之间的连接以及模型和底板的连接。

（4）粗细砂纸各一张，用于打磨材料。

表 1 竹材参考力学指标

| 密度 | 顺纹抗拉强度 | 抗压强度 | 弹性模量 |
|----------------------|--------|-------|------|
| 0.8g/cm ³ | 60MPa | 30MPa | 6GPa |

表 2 竹材规格及用量

| 竹材规格 | | 竹材名称 | 数量 |
|------|--------------------|------------|------|
| 竹片 | 250mm×215mm×0.35mm | 本色侧压单层复压竹皮 | 1 张 |
| 竹条 | 930mm×6mm×1mm | 集成竹 | 25 根 |
| | 930mm×2mm×2mm | 集成竹 | 20 根 |

4. 加载测试

(1) 模型核验

核验模型若出现以下情况之一者，判定该模型为不合格，不予加载，参赛模型加载项成绩为零：

- ①模型尺寸不符合要求，超出误差限值，包括模型高度、加载区位置等；
- ②模型规避区出现杆件；
- ③装配位置不符合要求；

④砝码必须能够悬挂于加载区域内，若砝码不能悬挂于加载区域内，则不给予加载。

(2) 加载方式

①第一级加载：将模型放置到指定加载区域，如图 4 所示，分别用棉蜡绳（加载现场提供）在**偏载加载位置**处（图 4 左侧红色区域）【砝码可选 2.5kg、5kg、7.5kg】和**配重位置**处（图 4 右侧红色区域）【2.5kg 砝码固定不变】放置砝码，模型加载时间维持 10 秒，模型主要杆件无明显破坏即为加载成功。

②第二级加载：**偏载加载位置**处可重新选择加载重量【砝码可选 2.5kg、5kg、7.5kg】，**配重位置**处【2.5kg 砝码】固定不变。撞击荷载通过小球【质量固定为 1kg】，从固定高度加速滑落，转变为水平撞击荷载。小球水平撞击桥面侧面，测量桥面最大挠度（形变程度）。若最大挠度不大于 60mm，即为加载成功，反之，加载失败。

*撞击荷载施加方式：由参赛队员手持小球放到固定高度处，打开阀门，小球沿滑轨滑落，水平撞击桥身侧面。（具体位置如下图 5、图 6）

*若某一级加载时，结构模型失效，则本级加载无效。

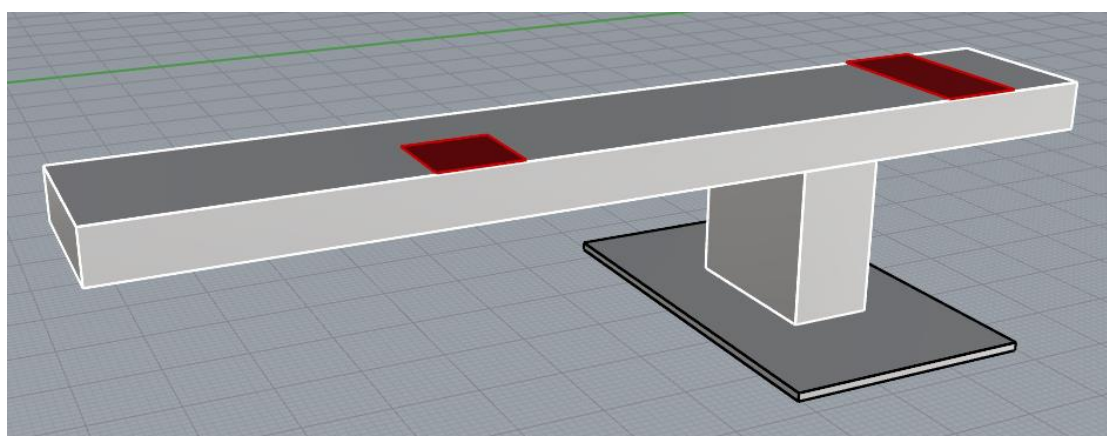


图 4 模型一级加载区域示意图

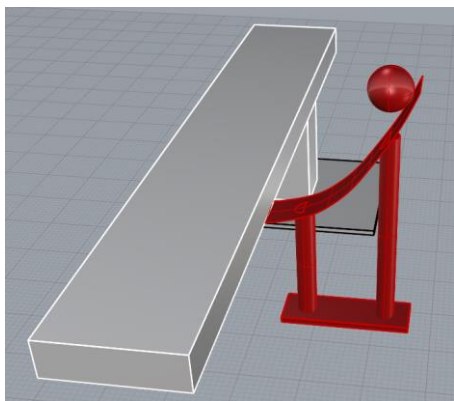


图 5 撞击示意图 1

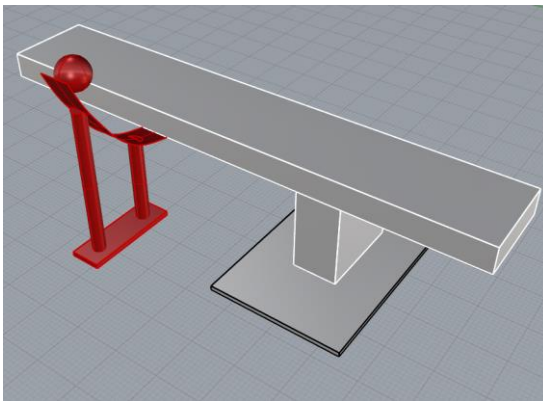


图 6 撞击示意图 2

注：1. 以上建模仅演示一级、二级加载方式，请勿用作模型外形参考，具体数据请参考图 1、图 2、图 3。

2. 加载过程全程由选手负责，选手需对加载全过程进行录像。

五、评分规则

比赛分别从方案设计书、结构选型与制作质量、模型加载性能三方面进行综合评定。总分采用百分制，各项最高分数分配见下表：

表 3 各项分数分配表

| 设计与制作 方案书 S_1 | 结构选型与制作 质量 S_2 | 模型加载性 能 $C_{总}$ | 总分 |
|--------------------|---------------------|--------------------|-------|
| 20 分 | 10 分 | 70 分 | 100 分 |

1、成绩评定由教师评审委员会承担，负责有关打分和评判模型的破坏；

2、设计与制作方案书、结构设计 with 制作质量两项成绩评定采用打分法，满分为 30 分。在所有教师的打分中，取平均值作为前两项得分 $S_{总}$ ；

3、详细标准

(1) 理论方案 (20分)

理论方案根据结构设计与理论分析的完整性、合理性、创新性评分。

- ①方案的构思与说明 (12分)
- ②表达的清晰性、规范性 (3分)
- ③设计说明书的完整性 (5分)

(2) 结构选型与制作质量 (10分)

- ①结构合理性和结构创新性 (5分)
- ②模型制作质量与美观性 (5分)

(3) 模型加载试验 (70分)

①一级加载得分 C_1 :

加载重量 M_1 与自重 m 之比为荷重比, 记为 a , 取 a 最大者得 35 分满分, 其他得分按比例折减, 得分为 $C_1=35*a_i/a_{max}$

②模型第二级加载试验得分 C_2

加载重量 M_2 与自重 m 之比为荷重比, 记为 a , 取 a 最大者得 35 分满分, 其他得分按比例折减, 得分为 $C_2=35*a_i/a_{max}$

③模型加载性能总分数为: $C_{总}=C_1+C_2$ (满分70分)

注: 参赛队伍最终得分= $S_{总}+C_{总}$

六、参赛安全事项

各参赛队伍比赛进行时, 须听从工作人员安排与指挥;

1. 模型加载时必须穿戴手套与头盔;
2. 加载区域严禁穿拖鞋、洞洞鞋。

注：因选手个人问题导致的一切后果，由选手本人自行承担。

七、备注

1. 本说明由本次竞赛承办学院土木建筑学院、本次竞赛专家评审委员会和组委会共同拟定。
2. 本说明解释权归本次竞赛专家评审委员会。
3. 比赛中各项得分及相关问题由本次竞赛专家评审委员会最终确定。

土木建筑学院学生会

2024 年 10 月 21 日