### 附件1

### 湖南信息学院第四届大学生结构设计竞赛暨

### 湖南省第十二届大学生结构设计竞赛校级选拔赛赛题

**《高耸塔式结构设计与制作》**

#### 一、命题背景

高耸塔式结构是建筑结构的重要类型，在电视塔、发电塔、观光塔中应用广泛。由于其高耸入天，独树一帜，往往成为各地的一道亮丽景观。随着我国经济高速发展，各个城市都兴建了地标性的塔式建筑，一方面满足功能需求，另一方面也丰富了城市面貌，显示了我国高超精湛的建筑技术和大国工匠精神。

结构设计竞赛旨在引导大学生的创新设计意识、团队协作精神；加强学生动手能力的培养和工程实践的训练；吸引、鼓励广大学生踊跃参加课外科技实践活动，为优秀人才脱颖而出创造条件；发现并培养更多的结构设计专业人才，为推动我国工程建设进步提供更多人才储备。

**二、竞赛要求**

2.1 参赛要求

(1)参赛者为全日制在校本科生。每支参赛队由3名学生组成，**队伍中只允许出现1名获得湖南省大学生结构设计竞赛一等奖及以上奖项的学生（若有）**。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。

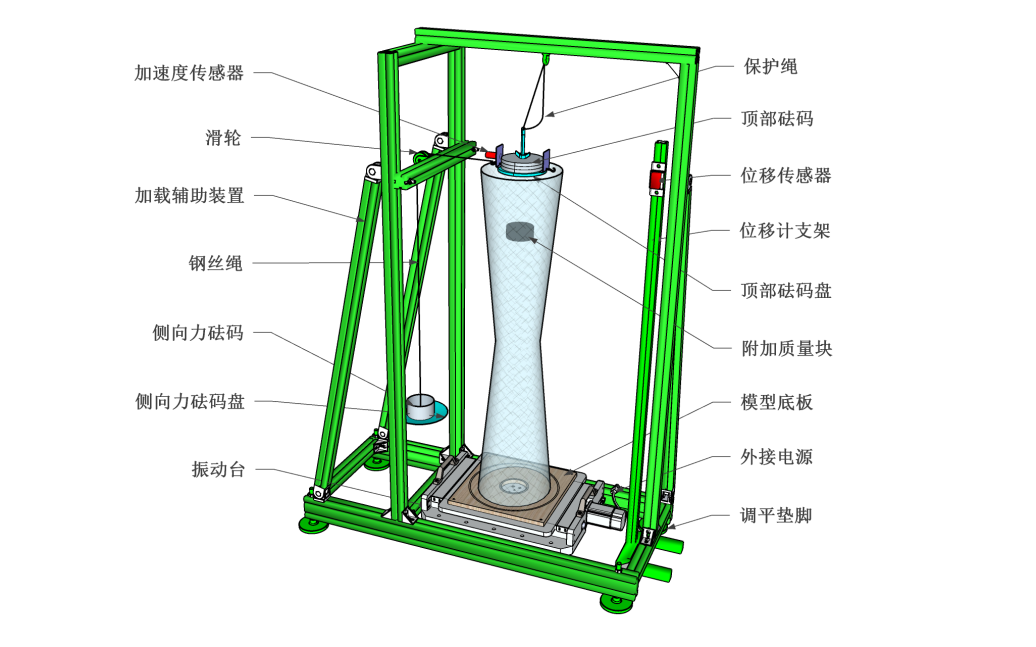
(2)每支参赛队只能提交一份作品，并给作品命名。

(3)各参赛队必须在规定时间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。

**三、模型要求**

3.1模型概况

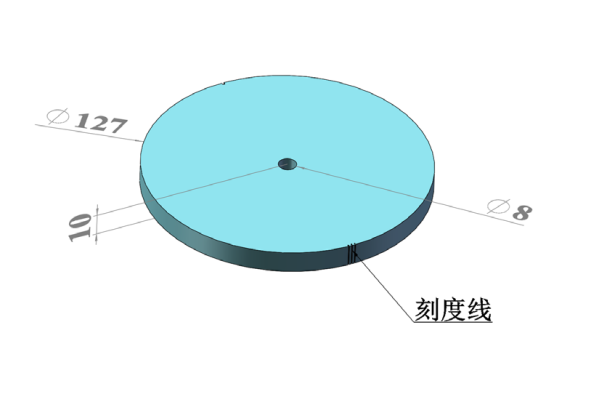
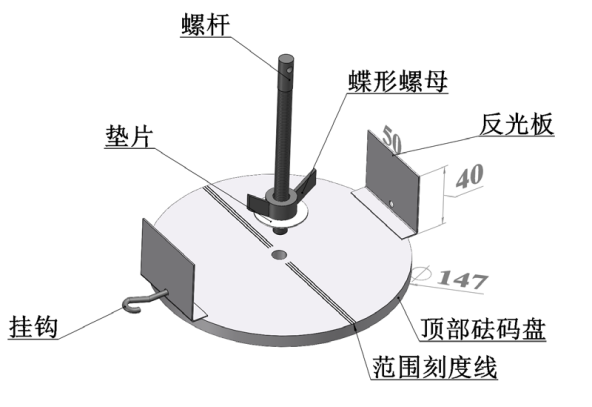
要求设计并制作一个塔式结构模型。加载前，将砝码固定在塔顶，底部通过竹底板四个脚部螺栓固定在加载架上。通过放置不同质量的顶部砝码和侧向力砝码，施加竖向力和水平力实现不同工况下的结构受力。模型及加载装置示意图如图1所示。



**图1 模型及加载装置示意图**

3.2 顶部质量系统：

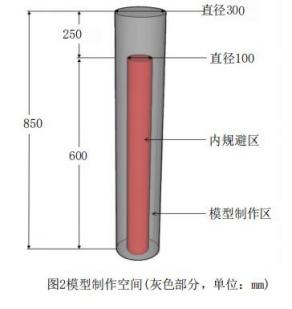
顶部质量系统由顶部砝码、顶部砝码盘及附属配件组成。顶部砝码及附属配件总重 1kg，顶部砝码盘底部可通过热熔胶与模型顶部固定。顶部砝码为专用砝码，每块质量为1kg，具体尺寸如图2。



**图2 顶部砝码盘及附属配件和顶部砝码（单位： mm）**

3.3 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。其具体尺寸如图3：



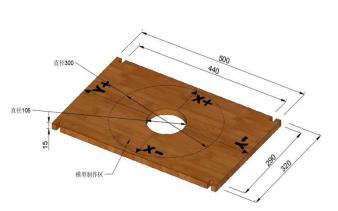
**图3 模型尺寸要求（单位： mm）**

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±5mm 范围内。

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。

3.4 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4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 4 支座竹板示意图**

**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)第一级加载为中心静载。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/块。第一级荷载5kg、6kg、7kg（含砝码盘重量1kg）。加载时间持续10秒。加载时参赛队从5kg开始加载，每个队伍有1次增减荷载机会，最终以该队伍加载成功的最大荷载计算荷质比。

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二块。第二级荷载任选1—5kg（不含砝码盘重量0.5kg）一种。加载时间持续10秒。加载时参赛队从2kg开始加载，每个队伍有2次增减荷载机会，最终以该队伍加载成功的最大荷载计算荷质比。

**五、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 | | 每队发放量 |
| 竹皮 | 1250mm ×430mm × 0.5 (+0.05) mm | 1.5 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/cm3 | 150MPa | 65MPa | 10GPa |

为每队统一提供 502 胶水（30g 装）1 瓶，用于结构构件之间的连接。模型制作期间的常规制作工具，**由学生自己准备。**

**六、模型尺寸检测与加载**

6.1 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。

6.2 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 10 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W0，队员按模型提交时填写的第二级水平加载砝码质量m2 ，成功加载后，队员举手示意，10秒钟后记录顶点位移 W1 ，模型顶点水平位移 。

f）整个加载过程需在 5 分钟内完成。

**七、评定标准**

7.1 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。

7.2 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。

**八、评分标准**

8.1 总分构成

结构评分按总分 100 分计算，其中包括：

a)模型制作质量分值：5 分

b)模型结构创意分值：5 分

c)加载表现分值：90 分

d)违规罚分

8.2 评分细则

a)模型制作质量分：满分 5 分

第i队的模型结构与制作质量分Bi根据模型制作质量进行评分。该项分数的评判由评委针对实物模型进行。

b)模型结构创意分值:满分 5 分

第i队的模型结构与制作质量分Bi根据模型结构体系合理性、创新性、实用性等。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 90 分

第一级加载总分 20 分 第一级加载系数 K1i ：

其中，E1i为某队的第一级荷重比，此时荷载为顶部竖向砝码重量；E1i-max 为所有通过一级加载的模型中的第一级荷重比最大值。本级加载得分。第二级加载总分 35 分 第二级加载系数 K2i ：

其中，E2i为某队的第二级荷重比，此时荷载为水平砝码重量（1-5kg），不含侧向砝码盘重量；E2i-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 D2i=30K2i 。

模型刚度表现分 35 分

其中，Wi—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]=20mm。

第i队的加载表现得分为：

Di =D1i+D2i+D3i

d）罚分：所有的罚分累计计算，总罚分记为Fi 。

8.3 总分计算公式

第i支队总分计算公式为：

Si= Ai+Bi+Di-Fi

**九、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，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（15%）、二等奖（20%）、三等奖（25%），按参赛队数的60%确定全部等级奖数量。设最佳制作奖1项，创意美观奖3项。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湖南省第十二届大学生结构设计竞赛的预备队员，并进入下一轮省赛正式队员的遴选阶段。

湖南信息学院大学生结构设计竞赛组委会

2024 年 11 月 26 日