

第四届全国大学生结构设计竞赛

赛题

第四届全国大学生结构设计竞赛委员会秘书处

2010. 6. 30

赛题名称：体育场悬挑屋盖结构

1、 竞赛模型

竞赛模型为体育场看台上部悬挑屋盖结构，采用木质材料制作，具体结构形式不限。模型包括下部看台、过渡钢板和上部挑篷结构三部分。其中前两部分通过螺栓连接，由承办方提供；挑篷结构由参赛选手设计制作，并通过螺栓与过渡钢板连接。图 1 给出—示意性结构形式。

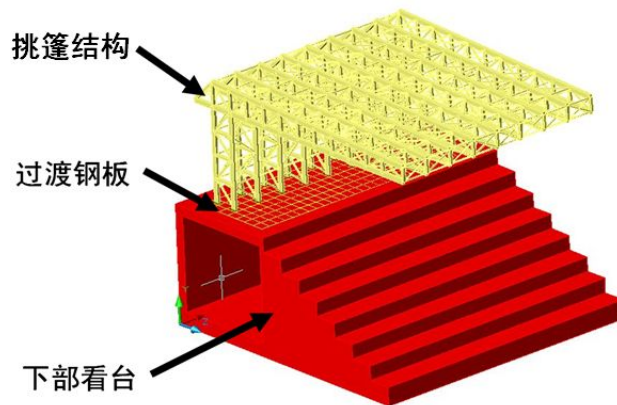


图 1 示意性悬挑屋盖结构

2、 模型要求

2.1 下部看台及过渡钢板

看台底面尺寸 600mm×800mm（800mm 为悬挑方向），高 340mm，剖面呈梯形，顶部宽 150mm（如图 2 所示）。看台顶部设有过渡钢板，厚 10mm，平面尺寸 150mm×600mm。板上设有如图 2 所示的 M4 螺栓孔，用于固定挑篷结构。

2.2 挑篷结构

挑篷结构包括支承骨架和围护材料两部分。支承骨架由木条制成，形式不限。围护材料采用 120g 布纹纸，由承办方统一提供，各队自行裁剪粘贴。要求围护材料在外观上必须全部覆盖挑篷上部及背部区域；即从挑篷上方和后方看，围护材料不得出现空隙（见图 3）。围护材料可探出支承骨架边缘，但其最大探出长度不得大于 20mm。

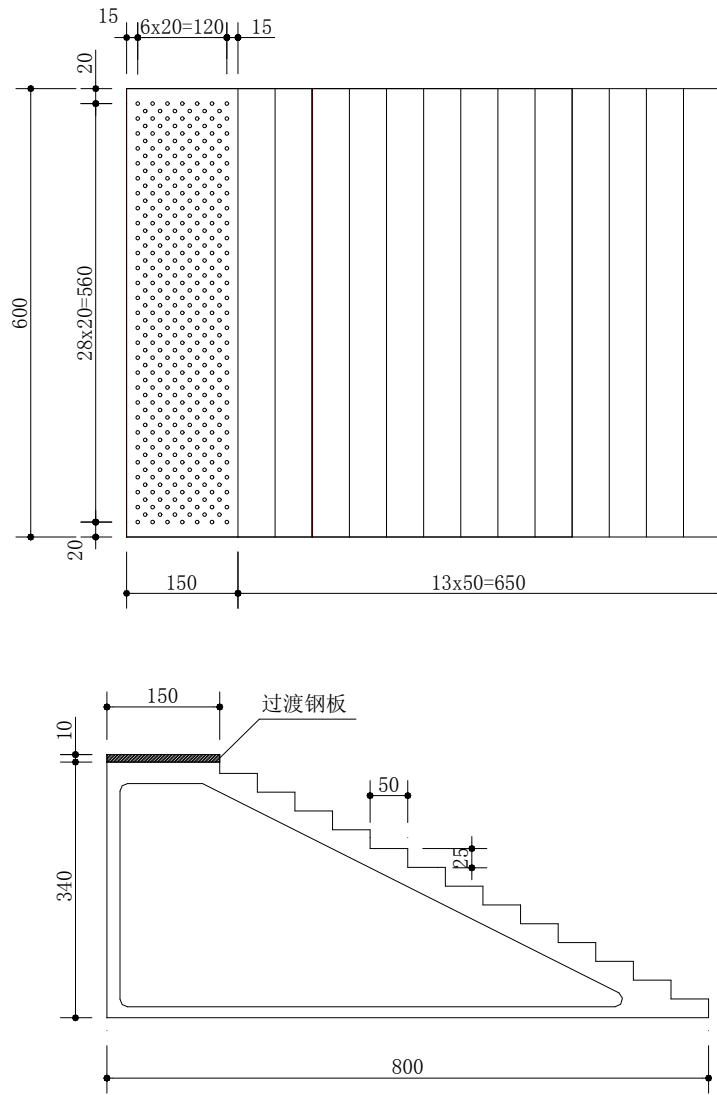


图2 看台平面图及剖面图

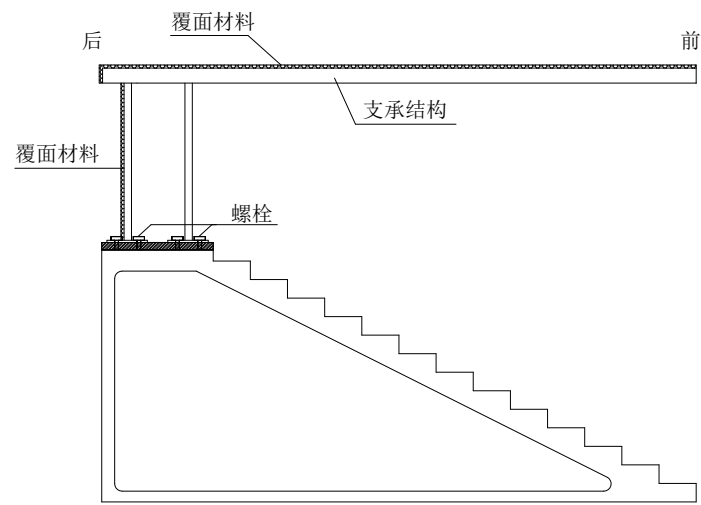


图3 悬挑结构示意图

为保证竞赛的公平性、合理性和可操作性，对挑篷几何尺寸做如下限定：

- 1) 在距挑篷前缘 60mm 区域内（图 4 中的 A 点附近），必须保证屋面平坦，不得有明显的倾斜和弯曲，以便竞赛过程中的加载与测量；
- 2) 挑篷结构上弦前缘（即图 4 中的 A 点）高度不得低于 650mm，在挑篷结构的下方（即图 4 中 B 点以下以右区域）不得出现任何构件；
- 3) 屋面前缘最低点不得低于后缘的最高点，相当于图 4 中的 A 点高度不低于 C 点。

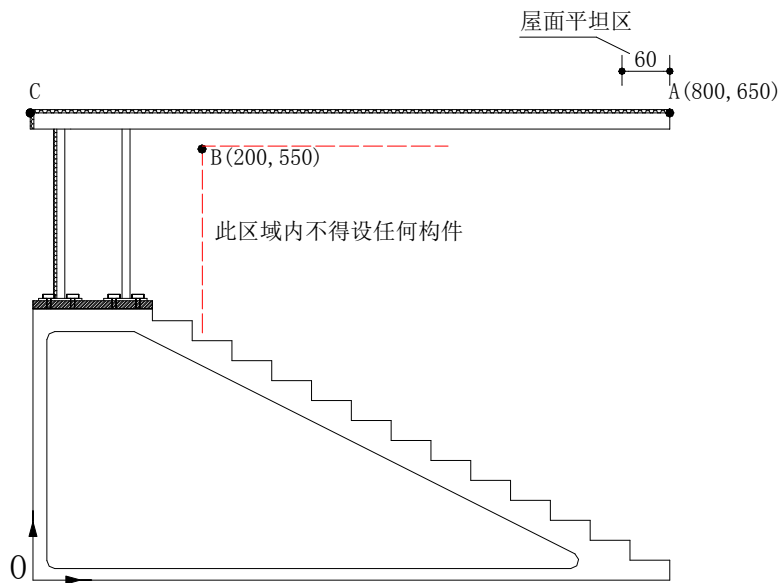


图 4 尺寸限值（图中括号内数字为相对于 0 点的坐标）

3、 加荷方式

采用在悬挑屋盖上加竖向静载和风荷载的方式考核各队模型的刚度和承载力。

3.1 荷载施加

1) 在距悬挑屋盖前缘 50mm 处缓慢施加一重物加载条，测量屋盖前端在重物荷载作用下的竖向位移（见图 5），记为 d_1 。重物加载条为钢质，截面 20mm×20mm，长 600mm，重约 1.88kg，在屋面上沿垂直悬挑方向放置，测量完毕后取下。

2) 在悬挑屋盖前 1m 处设置一鼓风机，进行两档风速加载，第一档为 9m/s，第二档为 12m/s。测量并记录 9m/s 风速下屋盖前端的位移时程（见图 6），根据 3.2 节的数据处理方法得到得到结构的风振极值响应，记为 d_2 。

3) 进行 12m/s 风速加载，考察模型的极限承载能力，模型出现损坏即视为比赛失败。

注：模型损坏的标志为模型任何构件（包括覆面材料）或连接发生明显破损。

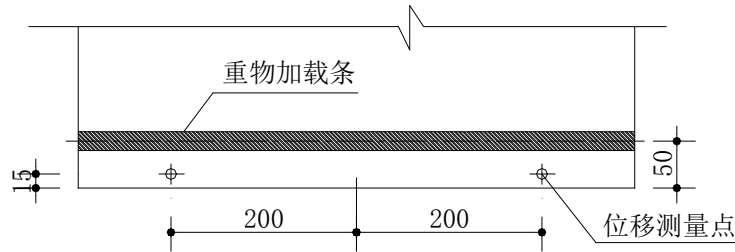


图 5 屋盖前缘加载位置和测量位置俯视图

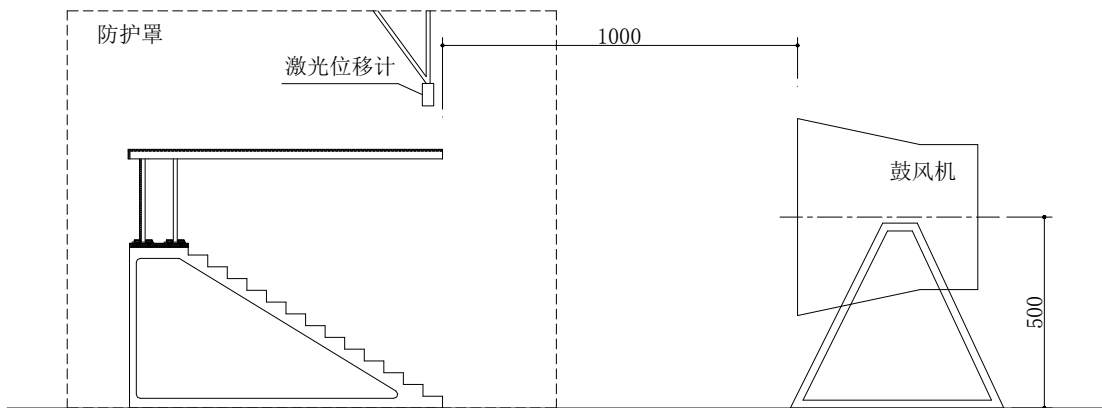


图 6 模型及鼓风机位置示意图

3.2 位移测量

采用非接触式测量方式，共两个位移测量点，同时记录，位置如图 5 所示。在进行动态数据处理时，首先剔除加载初期（前 5s）的非平稳段，然后对每个测点时程记录中的前 3 个最大动位移（绝对值最大）取平均，作为该测点的风振极值响应，再取两个测点风振极值中的最大值作为结构风振响应的考核指标，记为 d_2 。综合静载和风荷载两种情况，确定模型的综合位移 $D=0.5(d_1+d_2)$ 。该值将作为考量结构刚度的依据。

注：以上计算中的位移均取绝对值；12m/s 风速下仅考察结构极限承载力，不记录结构位移。

4. 模型制作材料及鼓风机

4.1 模型制作材料及工具

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。

- **木材：**桐木，长度 1250mm，截面规格有 2mm×2mm、2mm×4mm、2mm×6mm，4mm×6mm；1mm×55mm；

木材力学性能参考值：顺纹弹性模量 1.0×10^4 MPa，顺纹抗拉强度 30MPa。

- **120g/m²布纹纸、M4 螺栓（无垫片）**
- **胶水：**502 胶水
- **制作工具：**美工刀、钢尺、砂纸、锉刀、改锥、小型锯子等。

另，承办方还提供公用的砂轮机、打孔机等。

4.2 鼓风机

本届大赛所用鼓风机与第三届全国结构大赛相同，相关参数如下表，具体联系方式见附件。

名称	新型节能低噪声轴流风机
型号	SF7-4
厂家	上海金蓝机电设备成套有限公司
功率	3kW
转速	1400n/min
风量	2500m ³ /h
风速	23m/s
全压力	340Pa

5. 模型安装、加载及测试步骤

5.1 赛前准备

A. 模型称重：将制作好的模型（不含支座螺栓）在未连接过渡钢板前称重（精度 0.1g），螺栓按每个 2g 另计，最后将称重结果与螺栓重量累加，作为考核模型重量的依据。

- B. 将模型安装在过渡钢板上，等待入场。
- C. 得到入场指令后，迅速将模型及过渡钢板抬进场内，固定在看台上，准备进行加载。
- D. 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，则视为丧失比赛资格。

5.2 加载及测试步骤

- A. 参赛队代表进行 1 分钟陈述，之后评委提问 1 分钟。
- B. 将重物加载条缓慢放在屋盖上指定位置处，等待 15 秒结构变形稳定后，根据位移计上的示数记录位移值（精度 0.1mm）。
- C. 取下重物加载条，重新标定位移计，然后启动风机连续施加两档风载，并通过位移计进行实时记录。
- D. 如在以上过程中出现模型损坏，则视为比赛失败。

6. 评分标准

（一）结构评分按总分 100 分计算，其中包括：

A. 计算书及设计图	10%	（共 10 分）
B. 结构选型与制作质量	10%	（共 10 分）
C. 现场表现	5%	（共 5 分）
D. 结构重量	50%	（共 50 分）
E. 结构刚度	25%	（共 25 分）

（二）评分细则：

A. 计算书及设计图（共 10 分）

- a. 计算内容的完整性 共 6 分
- b. 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（共 10 分）

- a. 结构合理性与创新性 共 6 分
- b. 模型制作美观性 共 4 分

C. 现场表现（共 5 分）

- a. 赛前陈述 共 3 分
- b. 赛中答辩 共 2 分

D. 结构重量（共 50 分）

在所有成功完成竞赛的模型中，质量最轻者得 50 分，最重者得 10 分，其余队模型的重量分数 S_1 按下式计算：

$$S_1 = \frac{M_{\max} - M_1}{M_{\max} - M_{\min}} \times 40 + 10$$

式中： M_{\min} 为重量最轻者的质量，单位 g； M_{\max} 为重量最重者的质量； M_1 为所考察模型的质量。本项所得分数保留小数点后两位。

E. 结构刚度（共 25 分）

在所有成功完成竞赛的模型中，综合位移最小者得 25 分，最大者得 5 分，其余各队模型的刚度分数 S_2 按下式计算：

$$S_2 = \frac{D_{\max} - D_1}{D_{\max} - D_{\min}} \times 20 + 5$$

式中： D_1 为所考察模型的综合位移绝对值， D_{\max} 为所有模型中的最大综合位移， D_{\min} 为所有模型中的最小综合位移，单位 mm；本项所得分数保留小数点后两位。

以上 A-E 各项得分相加，分数最高者优胜。

各参赛队如对赛题有疑问，可通过以下联系方式咨询：

武岳教授：13613607662, wuyue_2000@163.com

邵永松教授：13703627179, shaoyongsong@hit.edu.cn