第十届航建杯结构设计竞赛暨黑龙江省结构设计竞赛校内选拔赛赛题

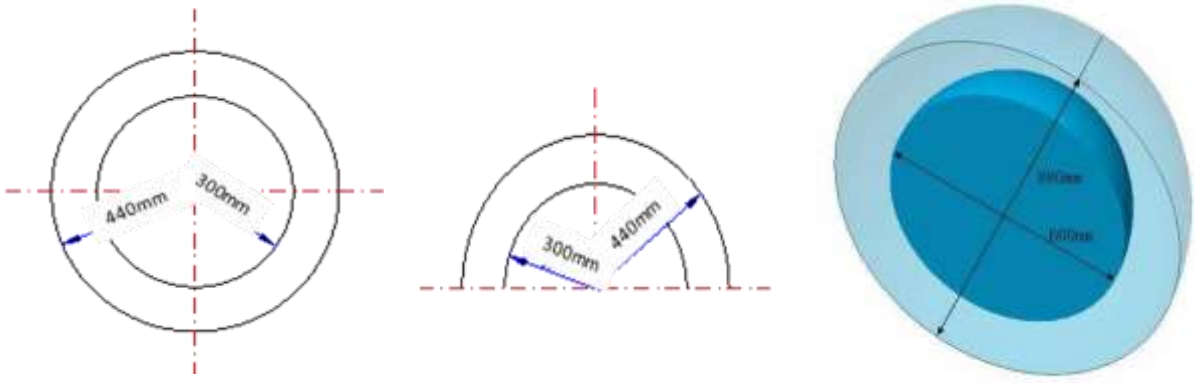
《承受竖向荷载的大跨度空间结构模型设计与制作》

1. 命题背景

目前大跨度结构的建造和所采用的技术已成为衡量一个国家建筑水平的重要标志，许多宏伟而富有特色的大跨度建筑已成为当地的象征性标志和著名的人文景观。 本次题目，要求学生针对两荷载工况下的空间结构进行受力分析、模型制作及试验，选题具有重要的现实意义和工程针对性。通过本次比赛，可考察学生的计算机建模能力、结构优化分析计算能力、复杂空间节点设计安装能力，检验大学生对土木工程结构知识的综合运用能力。

2. 赛题概述

竞赛赛题要求参赛队设计并制作一个大跨度空间屋盖结构模型，模型构件允许的布置范围为两个半球面之间的空间，如图 1 所示，内半球体半径为 300mm，外半球体半径为 440mm。



(a) 平面图　　(b)剖面图　　(c)3d 图

图 1 模型区域示意图(单位：mm)

模型需在指定位置设置加载点，模型放置于加载台上，在 8 个点上按指定顺序施加竖向荷载，具体做法是：将砝码挂盘挂钩挂在加载点上系好的尼龙绳扣上，采用在挂盘上放置砝码的方式施加竖直荷载。



图 2(只要满足题目要求的结构均为可行模型)

3.参赛队要求

各参赛队（规定每队 3 人）独立完成模型设计制作。

4.加载

荷载施加方式概述

竞赛模型加载点见图 3，在半径为 120mm 和半径 208mm 的两个圆上共设置 8 个加载点，加载点允许高度范围见加载点剖面图，可在此范围内布置加载点。比赛时将在 8 个点上按指定顺序施加竖直荷载。

比赛时选用 2mm 粗高强尼龙绳，绑成绳套，固定在加载点上，绳套只能捆绑在节点位置，尼龙绳仅做挂重用，不兼作结构构件。每根尼龙绳长度不超过 150mm，捆绑方式自定，绳子在正常使用条件下能达到 25kg 拉力。每个加载点处选手需标识出以加载点为中心，左右各 5mm、总共 10mm 的加载区域，如图 4 所示，绑绳只能设置在此区域中。加载过程中，绑绳不得滑动出此区域。

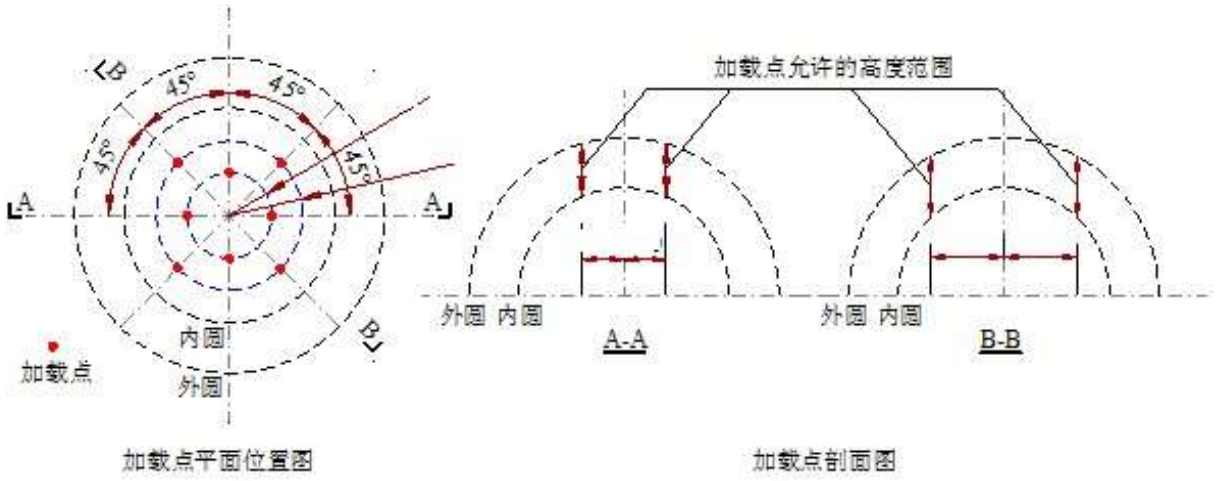


图 3 加载点位置示意图

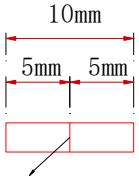


图 4 加载点示意图

5. 模型几何尺寸要求

模型尺寸：

模型内部净空不能与赛题概述中的半径 300mm 半球接触（考虑到制作误差，实际检测半球半径为 296mm）；模型外部不可与赛题概述中的半径 440mm 半球接触（考虑到制作误差实际检测半球半径为 444mm）。

加载点：

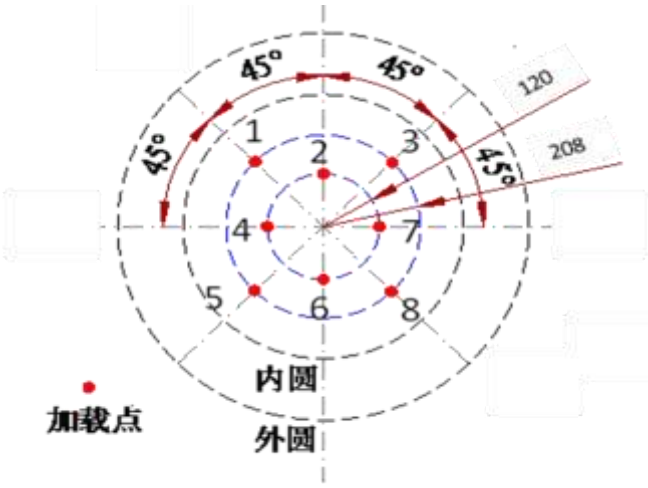
模型加载点必须位于，以加载点示意图标识位置为圆心，半径 15mm 水平圆形区域范围内，且必须满足图 3 所示高度范围要求。

6. 具体加载步骤

分二级加载：

一级加载,在示意图标记的其中四个加载点，按指定顺序在每个点施加分别为 5kg、4kg、5kg、4kg 的竖向荷载；顺序为 1-2-3-4，承载 10 秒钟视为成功。

二级加载，在示意图标记的其中四个加载点，按指定顺序在每个点施加分别为 5kg、4kg、4kg、5kg 的竖向荷载；顺序为 5-6-7-8，承载 10 秒钟视为成功。



加载点平面位置图

7.模型失效评判准则

加载过程中，出现以下情况，则终止加载，本级加载及以后级别加载成绩为零：

(1)模型结构发生整体倾覆、垮塌；

(2)如果设置的挂绳断裂或者脱落失效，也应视为模型失效；

8.模型材料、工具

(1)竹材，用于制作结构构件（统一发放）。

竹材规格如表 1 所示，竹材参考力学指标如表 2 所示。

表 1 竹材规格

	竹材规格	竹材名称
竹皮	1250mm×430mm×0.35mm	本色侧压双层复压竹皮
竹条	900mm×6mm×1mm	
	900mm×2mm×2mm	
	900mm×3mm×3mm	

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^3	150MPa	65MPa	10GPa

(2)502 胶水 （自备）

(3)制作工具（自备）：美工刀、剪刀、镊子、水口钳、铅笔、钢尺、丁字尺、三角尺。

(4)尼龙挂绳，（统一发放），此挂绳仅用于绑扎挂钩用，不得用于模型构件使用，称重时挂绳绑扎在结构上一起称重。

9.评分标准

总分构成

结构评分按总分 100 分计算，其中包括：

结构科学合理性，造型美观性得分：总分值: 10 分

加载成绩：总分值: 90 分

评分细则

结构科学合理性，造型美观性得分：满分 10 分

结构科学合理性，造型美观性得分由评委根据模型结构的合理性、创新性、制作质量、美观性和实用性进行现场评分。

加载成绩得分：满分 90 分

第一级加载得分 B_1，满分 40 分

第一级加载成功时，各参赛队模型自重记为 M_i（单位：g），一级载荷记为 G_1（G_1=已加载砝码总质量+挂盘总质量，一个挂盘质量记为 500g）。

计算单位承载力 $k_{1i}=G_1/M_i$

单位承载力最高的作品记满分 40 分，其单位承载力记为 k_{1max}，其余作品得分 $B_1=40*(k_{1i}/k_{1max})$

第二级加载得分 B_2，满分 50 分

第二级加载成功时，各参赛队模型自重记为 M_i（单位：g），二级载荷记为 G_2（G_2=已加载砝码总质量+挂盘总质量，单位：g，一个挂盘质量记为 500g）

计算单位承载力 $k_{2i}=G_2/M_i$

单位承载力最高的作品记满分 50 分，其单位承载力记为 k_{2max},其余作品得分 $B_2=50*（k_{2i}/k_{2max}）$

加载成绩得分：$B=B_1+B_2$

总分计算公式

总分计算公式为：$F = A+B$

10. 未尽事宜，根据实际情况，后续会在比赛群内发布补充说明。

航建杯结构设计竞赛群，群号码：774546624