



西南交通大学

土木工程学院

2026 年土木科技月系列活动

地下工程组赛题

2026 年土木科技月竞赛委员会

2026 年 3 月

一、竞赛题目

两节沉井结构模型设计。

二、竞赛目的

赛题是通过对两节沉井结构模型的设计与制作，加强学生对地下结构的作用、设计与施工等知识的理解，在设计计算和实践制作的过程中，提升他们对专业知识点的掌握和兴趣。

竞赛主要目的如下：

（1）通过测试模型相关组成部件的力学参数，完成两节沉井结构强度与承载能力的理论计算，从而理解沉井结构体系设计的相关理论；

（2）以最低的成本（即使用最少的材料），设计并制作两节沉井结构，保证模型能够承受最大荷载及满足变形要求；

（3）通过模拟沉井施工过程，包括挖土下沉、沉井纠偏、土层沉降控制等关键环节，理解沉井施工的过程；

（4）激发学生的创新能力、设计能力、实践能力和团结协作能力，并形成各高校间良好的竞争与合作氛围。

三、竞赛内容

本届模型竞赛的主要内容包括：

（1）两节沉井结构模型的设计与计算；

（2）两节沉井结构模型制作；

（3）两节沉井结构模型现场加载。

四、结构模型制作

1. 材料要求

（1）由亚克力板制作的模型箱，内壁尺寸为 700mm×700mm×400mm（长×宽×高），侧板及底板板厚均为 15mm，如图 1 所示；

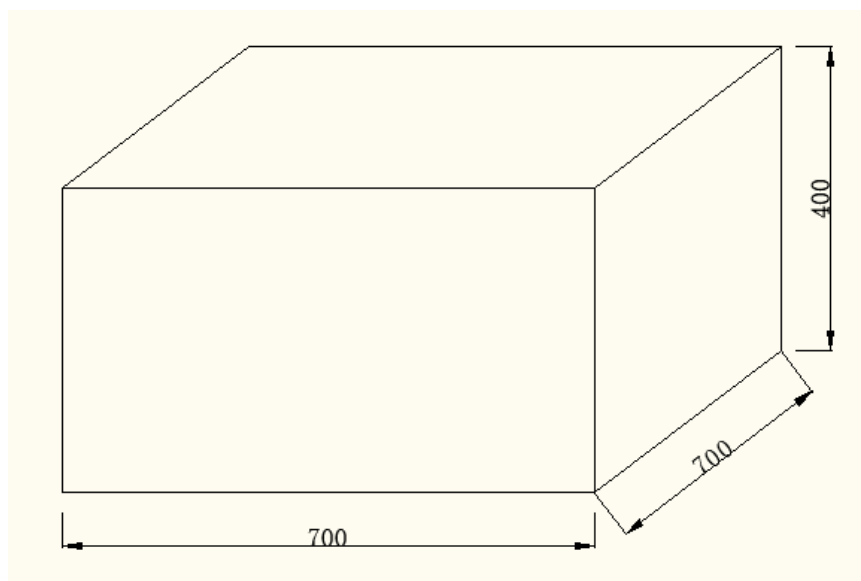


图 1 模型箱内尺寸示意图 (mm)

- (2) 标准砂 (ISO), 粒径 0.1mm~1.0mm;
- (3) 白卡纸, 规格: 230g/m², 尺寸: 787mm×1092mm;
- (4) 速干白乳胶 (得力 68602);
- (5) 剪刀、美工刀;
- (6) 挖砂、整平的工具;
- (7) 内部位移计、百分表、加载砝码;
- (8) 加载板一个, 材料同模型箱, 尺寸为 670mm×670mm×15mm, 中间设有一个直径 400mm 的空心圆, 约 2kg。
- (9) 夯实工具, 烘干工具。

2. 模型形式要求

(1) 两节沉井结构模型内部圆形净空 $\geq 250\text{mm}$, 外部圆形尺寸限制 $\leq 400\text{mm}$, 结构的总高度 $400\text{mm} \leq h_w \leq 430\text{mm}$ (如图 2 所示), 模型为四周封闭结构, 形式不限, 由上下两节构成, 每节长度大于 200mm (误差为 $\pm 15\text{mm}$), 其中结构内部空间需满足净空限界内径大于等于 250mm 的要求, 净空限界的误差为 $\pm 5\text{mm}$, 同时可根据需要考虑内部支撑设计, 但不得侵入净空限界。以下各图仅为说明尺寸要求, 不代表结构形式。

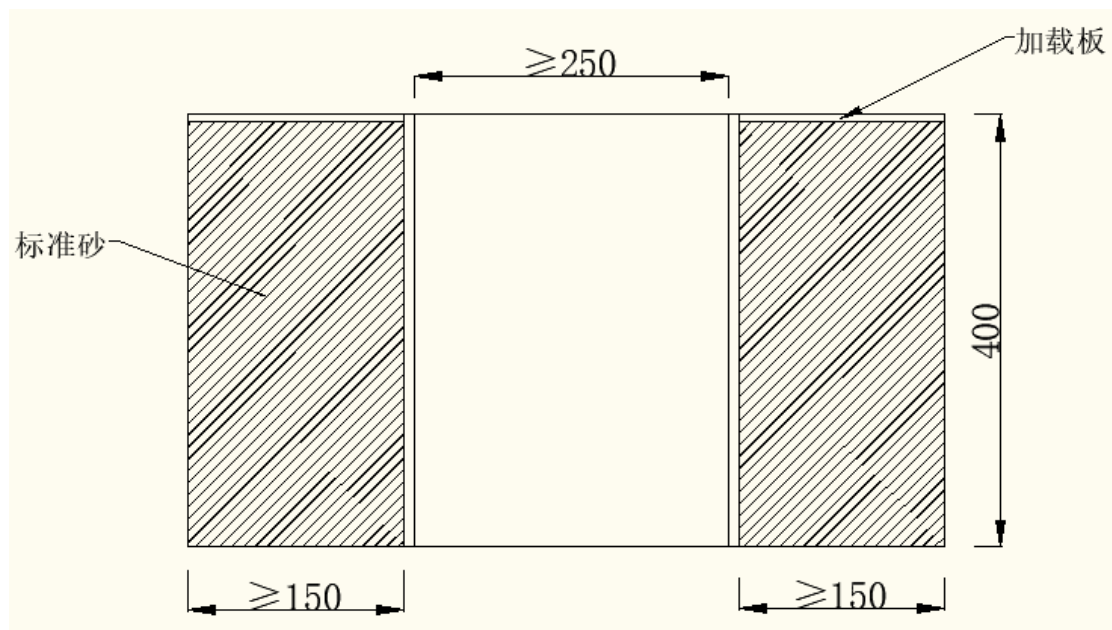


图 2 模型尺寸示意图 (单位: mm)

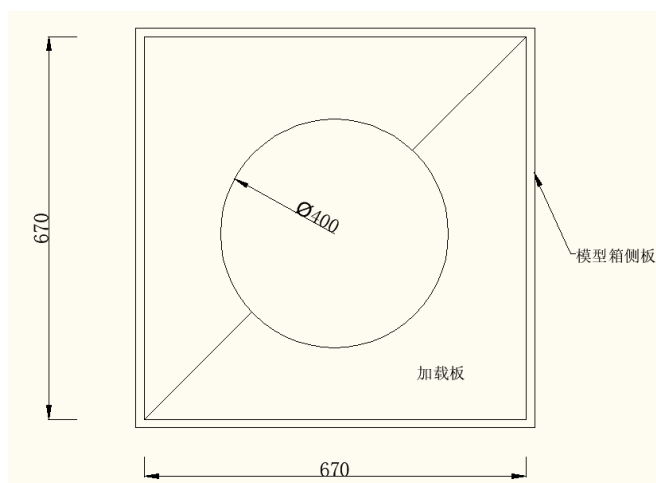


图 3 加载板大小 (mm)

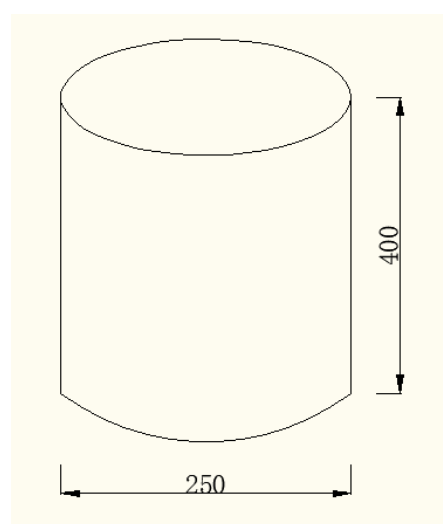


图 4 用于量测净空的圆柱体 (mm)

(2) 模型制作要求

- ① 模型结构体系及选型不限;
- ② 各构件之间的连接均采用指定白乳胶;
- ③ 模型最外侧到模型箱外侧亚克力板距离不得小于 150mm;
- ④ 白卡纸与模型箱之间禁止采用任何形式的连接措施。

3. 模型加载变形监测

- (1) 百分表: 百分表设置在加载板两角。

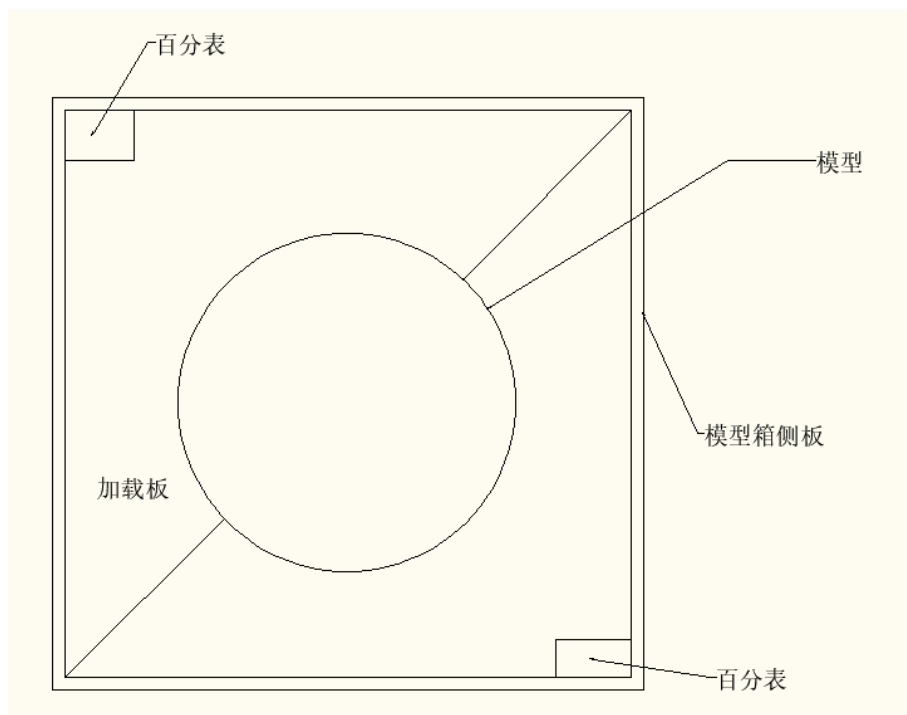


图 5 加载板上百分表位置示意图

(2) 位移计：位移计由上下两层十字交叉设置，测量模型内壁上下两层两个方向上的位移，合计 4 个直线位移计，如图 6 所示。

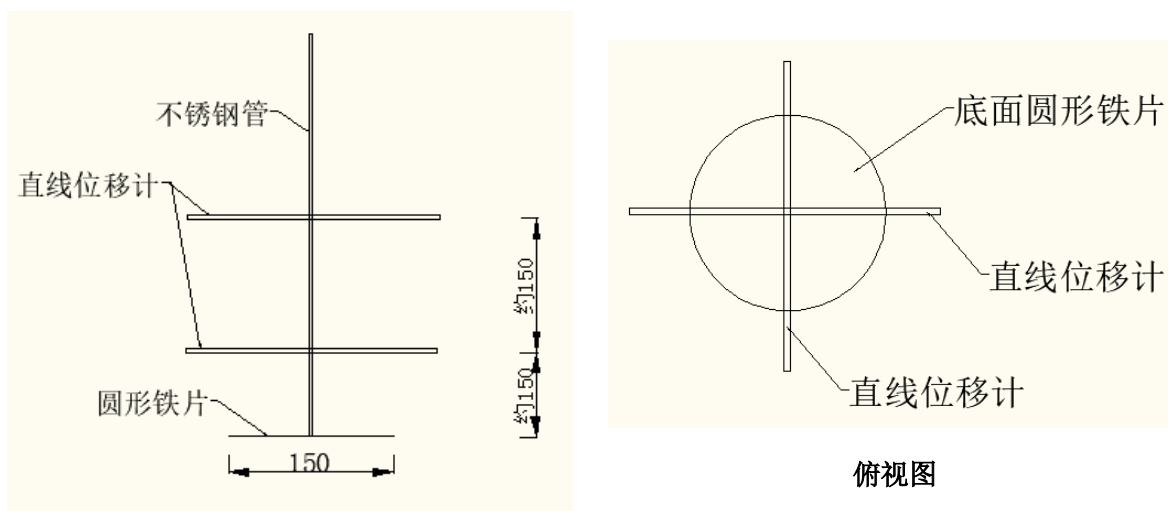


图 6 位移计整体设置示意图（单位：mm）

五、实施方案

决赛由本次大赛承办方统一组织实施，包括设计计算说明书提交和现场比赛两个环节，设计计算书按要求完成后在规定的时间内提交给承办方，现场比赛包括沉井结构模型制作、施工模拟和现场加载三个阶段。

现场比赛时，为了协助评审专家组完成模型尺寸的校核，每个工作台配备一个工作人员，模型制作过程中，禁止工作人员在比赛场地随意走动，只有当参赛代表队举手示意制作完成后，相应的工作人员方可进入模型制作场地。在进入场地过程中，不得妨碍其他代表队的制作。

1.两节沉井结构模型制作

各参赛队应在规定时间内使用由组委会提供的材料（自备模型制作工具）进行模型的制作，参赛队伍将制作好的模型组件带至加载场地进行现场拼装。

2.模型检验与称重

由评审专家组对制作完成后的整体模型进行评审，经评审组检查不合格（如模型不封闭、模型未分节等重大失误）的模型需改正或重做。对符合比赛资格的整体模型进行称重，所得质量即为模型材料用量，由参赛代表队队长确认后签字。

3.施工模拟

各参赛代表队按比赛前抽取的出场顺序，自行在模型箱中填满标准砂（要确定参赛队自行填砂，规定时间为：10min），之后模型置于模型箱标准砂上方，保证模型外层和亚克力板垂直距离大于 150mm。采用组委会提供的挖砂工具进行挖砂作业，同时人工控制模型的沉降速度，直至模型底部完全沉到模型箱底部。施工模拟过程中，模型下沉到底部之前不可接触模型外侧砂子。整个施工模拟时间不得超过 60min，超过 60min 将被取消参赛资格。模拟过程如下：

① 将标准砂填满模型箱，可以分层填埋并进行适当压实，压实工具允不允许自带；

② 将第一节模型放置于模型箱标准砂上方，保证模型外层各点和亚克力板垂直距离大于 150mm。采用组委会提供的挖砂工具进行挖砂作业，并适时连接第二节模型（需在第一节下沉至少 50%以上方可连接第二节），同时利用挖砂速度和节奏控制模型的沉降速度，直至模型底部完全接触模型箱底部。施工模拟过程中，模型下沉到底部之前不可接触模型外侧砂子，挖出的砂子置于模型箱外部，不得在模型箱内进行填补作业；

③ 模型下沉完毕的判断：模型下沉完毕后，沉井内的模型箱底部需确保直径超过 150mm 的圆，圆内部无砂子（否则视为下沉施工失败），圆外部沉井模型

内部砂子高度 x 应低于 15mm，否则施工操作阶段操作扣分。扣分情况如下：

表 1 模型内部积砂与得分值

x	k
0~15	0
15~30	-10
30~50	-20
>50	-30

④ 模型下沉到底部后，将模型外部砂子抹平，之后加上加载板，测量沉井施工砂土沉降量，如加载板任一点到模型箱顶的垂直距离（即沉降量）大于 20mm，则比赛成绩不合格；

⑤ 进行模型内径净空检查。如净空检查无法通过则成绩不合格。净空检查合格后，放置模型内部位移计和加载板百分表。内部位移计为十字放置 4 个方向，位移计探头需避开模型杆件并和模型侧壁纸张直接接触且有初始读数。

4.现场加载

① 模型内部位移计等量测设备安装完毕后，静置 1min，对量测设备进行清零；

② 在加载板上利用砝码进行逐级加载，总共进行三级加载，累计最大加载质量（不含加载板质量）为 100kg。加载前各参赛代表队自行确定各级加载的砝码质量，并由代表队队长报出。一旦报出各级加载质量后不得更改，并按要求进行加载。若加载失败则保留上一级加载质量为最终成绩；

③ 加载过程中，安放砝码结束后由参赛代表队队长举手示意，裁判开始计时。第一、二级荷载加载后，荷载持续作用时间为 60s。计时过程中参赛选手不得以任何形式接触模型和已加载的砝码。60s 后读取 4 个位移计的读数并记录，取 2 个读数间最大值作为该级荷载下的变形值；

④ 第三级荷载加载后，荷载持续作用时间为 2min，随后读取 4 个位移计的读数并记录，取 4 个读数间的最大值作为最终变形值；

⑤ 在整个加载过程中，发生以下情形之一者，视为加载失败，结束比赛：

- a. 模型结构发生破坏而不能继续承担荷载；
- b. 如果在加载过程中的任何时刻，加载板沉降达到 20mm；

- c. 模型内部位移计最大变形值超过 20mm;
- d. 如果由于操作失误等原因造成没能完成整体的加载过程。

六、评分标准

1. 参赛作品的分数由以下几部分构成:

总得分: $C = C_1 \times 10\% + C_2 \times 10\% + C_3 \times 60\% + C_4 \times 20\%$

(1) 设计报告得分 C_1

最高 100 分, 由评审专家组的评委按设计内容的完整性、计算的正确性和书写的规范性等进行评分。去掉一个最高分和一个最低分, 取其余评委的平均分作为该参赛代表队的该项得分。现场比赛方案的结构应与报告保持一致, 否则应在现场比赛之前按规定时间提交最终稿至组委会;

(3) 施工模拟得分 C_2

$$C_2 = 60 + 40 \times \frac{60 - t_2}{60} + k$$

式中: k ——积砂得分, 依据沉井模型内部砂子高度取值, 如表 1 所示;

t_2 ——施工时间, min

(3) 模型承载比得分 C_3

承载比即为累计最大加载质量/模型材料用量。各参数代表队承载比最高得分 100 分, 承载比最小的队伍得分 60 分, 其他代表队得分为:

$$C_3 = 60 + 40 \times \frac{f_i - f_{\min}}{f_{\max} - f_{\min}}$$

式中: f_i ——第 i 支代表队的模型承载比;

$f_{\min}$ ——所有完成参赛代表队中模型承载比最小值;

$f_{\max}$ ——所有完成参赛代表队中模型承载比最大值。

对于加载失败的参赛队, 取加载失败时的前一级荷载为最终荷载, 取对应最终荷载的位移为变形量。

(4) 加载变形控制得分 C_4

$$C_4 = 100 - 10 \times \delta$$

式中: δ ——加载过程中位移计测得的变形值 (单位: mm);

2. 如果对结果有争议或出现得分相同的情况, 则由评审小组投票决定得分和排序。违反比赛规定和公平比赛精神的将由评审小组讨论后取消参赛资格或评

比资格。

七、参赛选手所需提交的资料

参赛选手需要在提交模型时向组委会提交设计说明书（即计算书及设计图）和答辩 PPT（设计说明书格式为 word 文档和一式两份的纸质版本），设计说明书需在封面处注明参赛队伍名称，参赛队员姓名与学号,文件夹以 DX***组命名。文件夹内附上述文件。