

# 第23届清华大学趣味结赛赛题

### 一、大赛简介

清华大学结构设计大赛旨在通过对知识综合应用能力、创新意识和团队协作精神的考验,引导大学生理论联系实践,健全大学教育面向未来的教学体系,培养新一代工程师的综合素质,尤其注重激发和培养未来土木工程师自主求知的欲望、团队协作的精神、突出的交流能力、开放的思维方式和高度的创新能力,即所谓的 3C 精神(Creation, Cooperation, Communication)。清华大学结构设计大赛始创于 1994 年,迄今已历二十三届。经过二十多年的发展,大赛已经成为校内影响最大、参与人数最多的大规模科技赛事之一,在国内乃至国际工程教育界也具有一定的影响力。

结构设计大赛分为专业组比赛和趣味组比赛两个部分。专业组比赛要求选手根据命题要求,在严密的结构分析、计算和设计的基础上,制作出足以承受规定荷载的结构模型。趣味组比赛则重在培养参赛者对结构的兴趣,普及结构知识,对专业背景知识没有很高的要求,因此吸引了来自各个院系的大批同学,尤其是低年级同学。在命题上也更突出趣味性,"水果筑城"、"春雪狂欢"、"遇水迭桥"、"秋千曼舞"等题目轻松活泼,期待各位选手通过团队合作、动手制作,充分发挥创造力,体验结构设计的基本理念和乐趣,在本次活动中有所收获。

## 二、比赛题目

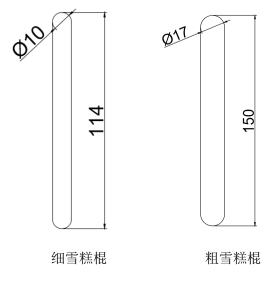
本次比赛主题为"冰雪城堡",要求参赛选手用给定规格的雪糕棍、502 胶在指定时间内制作一个楼模型,能够承受置于楼顶的静荷载。楼由裁判团检查尺寸合格后,方可进行加载。可以在雪糕棍上用笔画线,用手、剪刀、美工刀和砂纸对所给材料进行任意形式的加工,但不得使用其他工具,不得使用除赛会提供的雪糕棍、502 胶以外的任何材料。

# 三、制作材料

本次大赛组委会提供材料及工具有: 雪糕棍 50 根/组(雪糕棍共有两种规格: 粗雪糕棍 长 150mm, 宽 17mm, 两头为半圆形; 细雪糕棍长 114mm, 宽 10mm, 两头为半圆形, 见下文附图; 限定其中 30 根为细雪糕棍, 20 根为粗雪糕棍), 剪刀 1 把/组, 美工刀 1 把/组, 砂纸 1 张/组, 502 胶 1 支/组, 笔 2 支/组, 卷尺 1 把/组。在比赛开始前, 若选手发现发放的初始 材料中雪糕棍有明显质量缺陷, 经裁判判定后可以进行更换, 一旦比赛开始则不得再要求更

换; 若在加工过程中因材料损坏过多而导致模型无法完成,由选手自行承担后果。

制作结构的材料仅限于组委会所提供的种类,使用其他种类材料制成作品,一经查实立即取消该组选手的参赛资格。



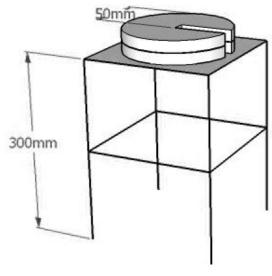
材料尺寸示意图

# 四、制作要求

### 1、模型制作要求:

(1) 楼各尺寸要求:需在楼的顶部留出一个平台用来放置加载所用的砝码(砝码直径 100mm),平台的高度不低于 300mm,检查高度时使用净空板。

如下图所示 (单位: mm):



模型及尺寸示意图

(2) 模型的梁和柱结构形式不限,可以在雪糕棍上用笔画线,用手、剪刀、美工刀和

砂纸对所给材料进行任意形式的加工,但不得使用其他工具,不得使用除赛会提供的雪糕棍、502 胶以外的任何材料。

### 2、现场制作要求:

- (1) 本命题发布时间为正式比赛日上午8:00,请各组提前构思,做好准备;
- (2) 现场制作时间为 60 分钟,起始终止时间以组委会相关人员的指令为准,各组不得提前开始制作,也不得在结束命令发出后继续制作,违者将被取消加载资格;
- (3) 赛题讲解时选手可检查材料是否合格,如有问题,经现场工作人员确认后选手可更换材料;
  - (4) 现场有任何问题请选手询问在场工作人员。

### 3、加载要求:

- (1) 选手需在结构顶部留出一平台用于放置砝码, 砝码直径为 100mm;
- (2) 选手所做结构将置于水平地面上进行加载,结构与地面不允许以任何方式粘结或 连接,加载过程中除了放置砝码不允许与结构有任何接触;
- (3) 原则上选手应自行加放砝码,若选择裁判协助,加载过程中结构失败,裁判不负任何责任。

#### 4、其他要求:

- (1) 作品应力求有创造性,结构合理、制作精巧:
- (2) 各参赛队仅能提交一份作品:
- (3) 作品由各参赛队命名,作品名称必须健康向上、突出特点,经组委会批准后生效。

### 五、检验程序

#### 1、合格性检验

由组委会裁判团检查作品是否符合命题要求,不符合者不能参加后续比赛;判定合格的参赛作品在准备区称重并做登记,电子称精度 0.1g。

#### 2、承重加载

- (1) 本次竞赛的荷载为砝码,有 500g、1kg、2kg 三种,一次加载可摆放多个;
- (2) 选手可自行选择荷载的质量及砝码叠加顺序;
- (3) 选手的结构至少需承载 5kg 的荷载,方判定为结构承载有效;选手加载荷载上限为 20kg;
  - (4) 加载时间共 3 分钟,即初次加载时间距离最后一次加载完毕时间不超过 3 分钟,

计时开始后,选手自行在平台上摆放砝码,可以一次摆放多个,砝码摆放的方式不限(叠加摆放或者分开摆放均可),但是砝码必须全部摆放在高度不低于 300mm 的加载平台内。选手若觉得不太稳可以重新摆放,每次施加荷载松手后 10 秒不失效则记加载成功;

(5)最终成绩取3分钟内最好成绩,选手可以中途放弃,若加载过程出现一次加载失败,则该组选手结束比赛。

### 3、失效条件

- (1) 砝码所在平台高度低于 300mm。
- (2) 加载时结构变形过大导致砝码距离地面低于 250mm。
- (3) 加载总时长超过3分钟。

### 六、评判方式

所有选手制作的合格结构(即满足高度要求与基础荷载的结构),都将从施加的荷载和 自重这两个方面进行综合评定。评定公式如下:

$$S = (\beta_1 S_{weight} + \beta_2 S_{load}) \times 100$$

### 1、结构自重得分Sweight:

经过各项检验进入加载环节的各组结构在加载前称得自重W(精确到 0.1g),结构自重得分 $S_{weight}$ 按下式进行计算:

$$S_{weight} = 1 - \sqrt{\frac{W - W_{min}}{W_{max} - W_{min}}} \times 0.5$$

其中, $W_{max}$ 表示所有通过加载的结构的最大自重, $W_{min}$ 表示所有通过加载的结构的最小自重。

### 2、承重等级得分Sload:

承重下限为 5kg。所加荷载质量越大,加载成功后得到的分数越高,失效结构不参与评分。结构承重等级得分 $S_{load}$ 按下式进行计算:

$$S_{load} = 1 - \sqrt{\frac{L_{max} - L}{L_{max} - L_{min}}} \times 0.5$$

其中,L表示该参赛组承重质量, $L_{min}$ 表示所有通过加载的结构中最小承重质量, $L_{max}$ 表示所有通过加载的结构中最大承重质量。

### 3、权重系数 $β_1$ 与 $β_2$ 的确定:

记Vweight为自重得分Sweight的变异系数,Vload为承重等级得分Sload的变异系数,权重系

数 $β_1$ 与 $β_2$ 按下式确定:

$$\begin{cases} \beta_1 + \beta_2 = 1 \\ \beta_1/\beta_2 = V_{load}/V_{weight} \end{cases}$$

注: β<sub>1</sub>与β<sub>2</sub>, 若大于 0.6, 取 0.6; 若小于 0.4, 取 0.4。

附:

变异系数的计算方法提供如下:

$$V_{weight} = \frac{S_{weight}}{\overline{X}_{weight}}$$

其中,

$$\overline{X}_{weight} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} S_{weight,i}$$

$$S_{weight} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n} (S_{weight,i} - \overline{X}_{weight})^2}$$

式中,n表示通过加载的所有小组数量, $S_{weight,i}$ 表示第i个小组的结构自重得分 $S_{weight}$ 。 $V_{load}$ 的计算方法同上。

根据最终得分S大小排定最终名次。

## 七、奖项设置

奖项	组数	奖品
一等奖	1	小冰箱*3 或雪糕*300
二等奖	2	无线鼠标*3 或雪糕*100
三等奖	3	零食大礼包*3 或雪糕*50

附:本次比赛将根据得分名次确定奖项,并将于趣味结赛结束后两天内进行奖项公布 并颁发奖状,奖品将在比赛结束后的7个工作日内发放。

# 八、赛程安排

第一批队伍到场登记后先领取流程卡,开幕式上主持人会对本次比赛进行一个简单的介绍。随后各组选手先依次领取材料,并在限定的 60 分钟内完成结构制作,并进行合格性检验与承重加载。而后登记成绩,第一批队伍有序离场。后续两批次的队伍的比赛流程同上,

待成绩汇总后公布奖项并进行公示, 最后组织颁奖。

赛事进程	时间(4月29日)	地点
命题发布	8:00	微信、组长邮箱
第一批签到 及材料	13:00~13:15	游泳馆南广场
比赛开幕	13:15~13:25	游泳馆南广场
第一批作品 制作	13:25~14:25	游泳馆南广场
第一批结构 加载	14:25~14:35	游泳馆南广场
第二批签到 及材料	14:20~14:35	游泳馆南广场
赛题讲解	14:35~14:40	游泳馆南广场
第二批作品 制作	14:40~15:40	游泳馆南广场
第二批作品 加载	15:40~15:50	游泳馆南广场
第三批签到 及材料	15:35~15:50	游泳馆南广场
赛题讲解	15:50~15:55	游泳馆南广场
第三批作品 制作	15:55~16:55	游泳馆南广场
第三批作品 加载	16:55~17:05	游泳馆南广场

注: 前一批次作品的制作与加载与后一批次选手的签到和领取材料同时进行,后一批次选 手请在场外等候,等前一批次选手完全离场后再入场准备比赛。

# 九、参赛要求

- 1、要求 1-3 人组队参赛;
- 2、各参赛队通过邮箱向组委会报名,报名邮箱: cecmsast@163.com, 也可在比赛时进行现场报名;
- 3、每人只允许参加一个参赛队,各队独立设计、制作,只允许提交一件作品,参赛各组作品不得互相抄袭和模仿,如有雷同,由裁判团裁定。竞赛期间各参赛队可以进行申诉, 所有组加载完成后由裁判团宣布是否对相关参赛队进行处罚(取消参赛资格)。

# 十、版权归属

- 1、本次比赛题目版权属于大赛组委会,未经许可,不得转让用于其他商业比赛;
- 2、大赛组委会拥有对各队提交的方案、模型及相关材料进行出版或转让出版的权利;
- 3、仲裁方法:本次比赛的所有作品会在加载之前拍照记录,如有纠纷,将由现场仲裁 员根据照片做出仲裁决议;
  - 4、本细则最终解释权归大赛组委会所有。

## 十一、附则

- 1、此件经校教务处、校团委审批;
- 2、此件送发各评委老师、参赛组及其他相关人员。

清华大学土木系建管系学生科协 二〇一八年四月•北京