



# 清华大学第二十七届结构设计大赛赛题

## 目 录

一、命题背景 .....	2
二、赛题概述 .....	2
1. 建筑方案 .....	2
2. 结构方案 .....	2
三、建筑方案要求 .....	3
1. 项目主题 .....	3
2. 基地条件 .....	3
3. 功能分区 .....	4
4. 设计要求 .....	6
5. 成果要求 .....	6
四、结构方案要求 .....	7
1. 设计要求 .....	7
2. 成果要求 .....	8
3. 其他 .....	10
五、材料及工具 .....	10
六、模型加载要求 .....	11
1. 加载仪器说明 .....	11
2. 荷载施加方式 .....	12
3. 加载说明 .....	17
4. 决赛加载流程 .....	18
5. 失效条件 .....	19
七、竞赛规程及要求 .....	19
八、评分细则 .....	20
1. 初赛 .....	20
2. 决赛 .....	21
3. 扣分项 .....	22

## 一、命题背景

现代结构技术的发展为建筑设计提供了无限的可能，建筑设计也因此越来越呼唤结构的本源属性。本次清华大学结构设计大赛由清华大学土木工程系暨建设管理系与清华大学建筑学院合办，旨在促进两系同学进行学科知识交流，也为跨专业学习提供条件。本次大赛要求选手对项目当地环境尽可能地进行梳理，发现可以挑战结构性能的设计方向，实现用优良结构支持的空间和功能。同时，本次大赛极为注重建筑方案与结构方案的相互协调与统一，希望选手将形式、功能的设计与结构设计相结合，尽可能地实现建筑方案与结构方案的无缝对接。此外，本次大赛希望选手尽量满足工程需求并贴合实际工程情况，使得设计方案具备更强的可实施性。

冬奥会、冬残奥会是集体育精神、民族精神和国际主义精神于一身的世界级运动盛会，象征着世界的和平、友谊和团结。随着北京 2022 冬奥会的到来，冬季运动、全民运动氛围愈加浓厚。为助力全民运动发展，某市拟建一座综合室内滑雪体育场，作为未来该市冬季体育运动中心。要求建筑满足滑雪赛事举办要求，兼具综合体育场馆功能。秉持绿色、共享、开放、廉洁理念，推动冬季全民体育运动发展进入新阶段。

此外，作为公共标志性建筑，需进行专业的抗震和消防设计。希望本次大赛的各位参赛选手能融合建筑设计与结构设计，贴合赛题要求，出色完成作品。

## 二、赛题概述

### 1. 建筑方案

选手在充分考虑现有环境的基础上，关注滑雪场馆设计中结构方案与建筑方案的高效融合，就该项目进行兼具创新性和可操作性的设计并完成一份完整的建筑设计方案。

### 2. 结构方案

选手需要根据建筑方案设计相应的结构方案，并按照 **1:120** 的比例制作实体结构模型，且需要在结构模型中适当体现建筑设计要素（具体要求见第四部分）。

### 三、建筑方案要求

#### 1. 项目主题

近年来，我国体育运动事业不断发展，运动与健康的理念不断深入人心。但室内公共体育场馆形制大多单调，也存在一定的结构设计问题。现状促使我们思考如何对公共体育场馆建设形式做出改变，以满足当下与未来的需求。冬季运动场馆相比一般体育场地要求更高、条件更为复杂。如何通过建筑创造冬季体育运动的条件与空间，激发城市体育活力，丰富民众生活，是本次赛题关注的主题。

北方某城市内拟建一座综合室内滑雪体育场，在为民众提供冬季体育运动空间的同时用于各项体育赛事。希望选手以本次设计为契机，体现自己对上述主题的思考，并通过模型和图纸的方式阐述自己的理念。

#### 2. 基地条件

本次结构设计大赛的规划用地为  $201\text{m} \times 256\text{m}$  的一矩形地块，建筑红线为南侧  $160\text{m} \times 120\text{m}$  的矩形地块。地段东侧为一高度  $20\text{m}$ （5 层）的大型商场，南侧为一文化产业园区及部分住宅区，西侧为一处商业街区，北侧为一处地面停车场。详见附图 3.1。

相关要求如下：建筑首层需限制在一  $96\text{m} \times 96\text{m}$  的正方形内，且需要位于建筑红线内；设计需充分考虑周边地段环境及交通情况，可利用北侧停车场；建筑红线以外区域可适当设置与滑雪主题配套的公共空间。不可设置地下层。

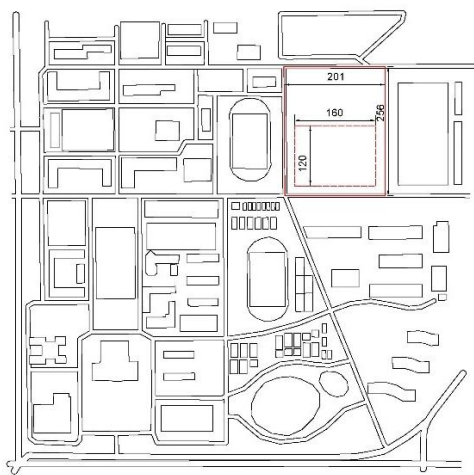


图 3.1 基地条件

### 3. 功能分区

参赛者需充分考虑冰雪运动和全民参与的主题，在符合基地自然和社会环境的基础上完成综合滑雪场馆的设计。本次比赛中建筑楼层高度首层不得低于 6m，其他层不低于 4m。除滑雪道外，其余建筑功能区面积在 10000 m<sup>2</sup>左右，上下浮动不得超过 10%，且需要有一座底面积不小于 1000 m<sup>2</sup>且高度不低于六层的建筑。具体细节解释如下：

#### 1) 滑雪道：坡面面积至少 3500 m<sup>2</sup>，且坡面应当处于室内环境中

- a) 滑雪道坡面整体设计（不包括停止区与准备区）与底面不得超出一个 72m\*42m\*42m（在模型中为 60cm\*35cm\*35cm）的立方体，其中滑雪道的起点与终点必须分别位于 AB 与 CD 线段上，且该立方体应位于与建筑首层相同的正方形内。但滑雪道坡面部分具体曲线在设计时无任何特殊要求，附图如下：

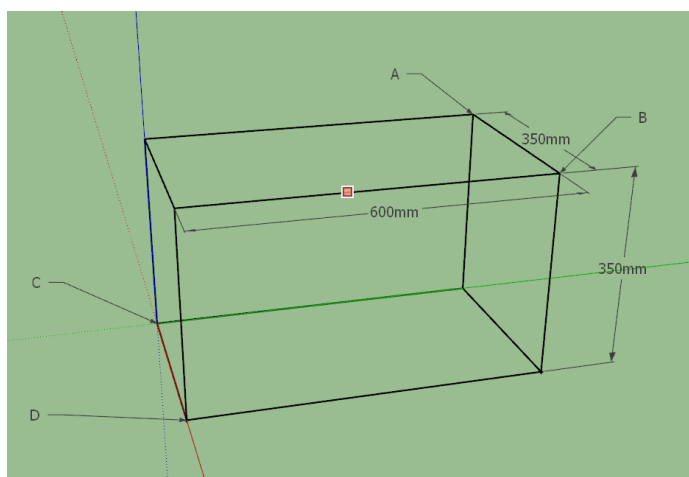


图 3.2 滑雪道坡面尺寸限制示意图

- b) 滑雪道起点线后应有一个长度不少于 12m 的平台作为准备区，平台尺寸不得小于 12m\*42m（实体模型中为 10cm\*35cm）；
- c) 按照规范，滑雪道终点处应设有长度不少于 40m 的停止区。关于停止区与准备区的加载情况见结构方案要求部分。
- d) 滑雪道坡面在对应剖面图上应当是一条光滑连续的曲线，且整个坡面必须全部用组委会提供的桐木板完整制作，不得出现破损。
- e) 出于安全考虑，滑雪道坡面任意一点的切线斜率不得大于 1。

#### 2) 服务用房：至少 1500 m<sup>2</sup>

- a) 游客使用空间：观众休息厅不少于 800 m<sup>2</sup>，门厅、卫生间、吸烟室等面积自定
- b) 滑雪器材出租室：至少 200 m<sup>2</sup>

c) 器材穿戴间/衣物储存室：分设两间，每间至少 200m<sup>2</sup>

d) 医务急救室：至少 30 m<sup>2</sup>

e) 应具有淋浴室、电梯间等必须功能区

其余服务用房均按照设计者经验自定，最终仅需要满足服务用房总面积最小要求。

### **3) 管理及设备用房：至少 1000 m<sup>2</sup>**

a) 管理人员办公室：至少 5 间，每间 15 m<sup>2</sup>

b) 会议室：至少一间，每间至少 35 m<sup>2</sup>

c) 文件室：至少一间，每间至少 80m<sup>2</sup>

d) 教练员休息室：至少 4 间，每间至少 20 m<sup>2</sup>

e) 后台控制中心：至少一间，每间至少 20 m<sup>2</sup>

f) 内场广播室：至少一间，每间至少 10 m<sup>2</sup>

g) 电视发送室：至少一间，每间至少 30 m<sup>2</sup>

h) 灯光控制室：至少一间，每间至少 20 m<sup>2</sup>

i) 消防控制室：至少一间，每间至少 20 m<sup>2</sup>

j) 器材库：至少 300 m<sup>2</sup>

k) 还应有馆长室、广播与电视转播系统（播音室、评论员室、声控室、摄像间、音像系统储存室等）、变电室、空调机房、索道控制室及设备间、人工造雪系统设备及控制间等功能房间。以上房间数量由设计者根据设计意图确定，要求至少结合实际且均有所体现。鼓励设计者结合自身体验，融入新的使用功能并将建筑形体的变化和特殊使用功能相结合，要求造型契合各功能的性质。

### **4) 拓展服务类：至少 4000 m<sup>2</sup>**

a) 餐饮类服务：至少 800 m<sup>2</sup>

b) 住宿类服务：至少 800 m<sup>2</sup>

c) 冰雪运动物品商店：至少 300 m<sup>2</sup>

d) 小型冰雪运动场地：至少 1500 m<sup>2</sup>

e) 冰雪运动展览空间：至少 500 m<sup>2</sup>

同时鼓励设计者结合自身经验设计新的功能分区，最终仅需要满足拓展功能区最小面积即可。

5) 其他:

- a) 茶水间: 各层设置
- b) 卫生间: 各层设置
- c) 楼电梯: 满足疏散防火要求
- d) 辅助用房: 根据设计配置

注: 选手需要根据地段合理设置室外空间, 如主次入口、入口广场等

#### 4. 设计要求

- 1) 满足防火和疏散要求 (高层建筑), 提倡无障碍设计 (防火要求参考《建筑设计防火规范》(GB50016-2014); 无障碍设计要求参考《无障碍设计规范》(GB50763-2012));
- 2) 要求建筑首层净高度不小于 6m, 其它层净高度不小于 4m, 建筑面积计算标准参考《建筑工程建筑面积计算规范》(GB/T 50353-2013)); 每个单独的建筑物中第 n 层建筑面积不得小于第 n+1 层建筑面积的 100%。(n ∈ N\*)

注: 模型中必须含有楼板, 其余非承重构件由选手自行选择是否制作。

#### 5. 成果要求

##### 1) 专业组

提交 A1 横板图纸 2~4 张 (电子版), 要求包含但不限于以下内容:

表 3.1 专业组图纸要求

图纸	数量 (张)
建筑设计说明图	1
平面图 1: 100	首层、标准层、滑雪道及特殊设计楼层
立面图 1: 300	2
总平面图 1: 500	1
剖面图	不限
表现图	不限
分析图	不限

提交**建筑面积核算表**，见附件 1。

## 2) 兴趣组

场地和功能要求以及层数、建筑高度要求同专业组，但是各功能区面积分配可根据设计概念合理浮动。鼓励表达独特的设计概念，同时不要求核算最后的各类面积。

提交建筑设计说明和必要的图纸（电子版，比如平立剖面图，具体图纸数量和比例根据自己表达设计内容和意图的需求而定，并不做强制性要求），内容和形式不限。其中，建筑设计说明不超过 4000 字，且不超过 7 页 A4 纸。

注：

(1) 除了必要的图纸之外，所有参赛选手需要提供最终的**建筑模型文件**。

(2) 关于建筑平面图的绘制，对于设计方案、功能分区完全重复的楼层，可以只绘出其中一层作为代表；设计方案不同的楼层，所有平面图必须逐一绘出，并逐个注明平面图对应的楼层编号。

# 四、结构方案要求

## 1. 设计要求

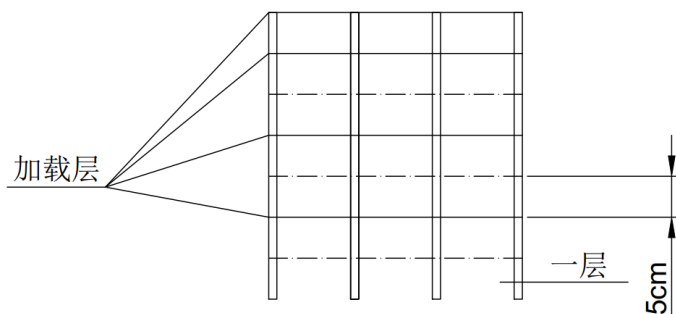
1) 选手需根据建筑方案以及结构的抗震要求和荷载条件，进行结构方案设计。结构方案设计完成后，选手按照 1:120 的比例尺制作实体模型，实体模型中可以适当加入建筑设计要素，该实体模型既作为结构模型进行加载，同时也作为建筑模型进行建筑设计评比（具体评分细则见第八部分）。实体模型中各建筑相对位置应与图纸保持一致。

2) 出于减轻选手负担和方便加载考虑，在滑雪道模型方面本次比赛**滑雪道两侧墙体及上部屋顶**不要求制作。

3) 滑雪道停止区与准备区可以悬挑出加载台范围。选手需在悬挑部分下部制作必要的支撑结构，但悬挑部分及其下部结构将不会承受任何附加的竖向荷载与动荷载。

4) 实体模型内设置加载层与非加载层。为减轻选手工作量，将实际多层荷载进行如下简化：在某一建筑总层数不低于四层的情况下，若总楼层数为单数，则只要求做出双数层楼盖以及最高层楼盖作为加载层；若总楼层数为双数，则只要求做出双数层楼盖作为加载层。若该建筑总层数不大于三层，则所有楼层均将作为加载层，要求做出楼盖。加载层用以承受竖

向静荷载（具体加载细节见第六部分），其它层为非加载层，不要求在模型中做出。



(a) 加载层立面示意图 (mm)



(b) 实物示意图

图 4.1 实体模型示意图

5) 实体模型中应包含建筑立面所有的承重构件（如柱、支撑等），建筑立面中的非承重构件（如墙、窗户等）由选手自行决定是否制作。加载层应包含该层建筑平面所有的承重构件（如梁、楼板等），非加载层不要求制作。各层楼板面积要求与建筑设计相符合。

6) 若选手选择制作非加载层，则由于非加载层模型的存在导致的加载困难或无法加载问题由选手自行承担。

7) 实体模型中柱网布置、支撑布置、楼层面积等应与建筑方案相匹配。

注：

(1) 若建筑设计中有特殊设计（如通高设计、楼板开洞设计等），需在实体模型中体现。

(2) 制作实体模型过程中，需考虑模型安装和加载的可行性，合理设计柱脚和楼层围护结构。

## 2. 成果要求

### 1) 专业组

**a.结构计算书（决赛提交）：**结构计算书简要说明结构设计理念、建模方式、计算结果等典型受力分析过程即可。

**b.实体模型：**根据建筑设计方案和结构设计方案，按照 1:120 的比例制作的实体模型，要求实体模型尺寸和计算书一致，并与建筑方案相匹配。



**c.结构平面布置图：**需按照**实体模型尺寸**绘制结构平面布置图并标注（**注意按比例尺修改标注及文字的尺寸**），用以核查模型整体尺寸、柱距等是否符合要求，提交 dwg 或 pdf 格式图纸，图纸样例见附件 2（对于因绘图不规范、不清晰导致核查中出现可能出现的问题，由选手自行承担）。结构平面布置图应与建筑设计方案相匹配。

**d.结构模型照片：**不要求照片中结构模型与最终模型成果完全相同，照片主要用于查找、登记结构模型。

## 2) 兴趣组

**a.结构设计说明（决赛提交）：**形式和内容不限，不超过 4000 字且不超过 7 页 A4 纸（封面除外）。

**b.结构模型（实物）：**根据建筑设计方案和结构设计方案，按照 1:120 的比例制作的实体模型，要求实体模型尺寸和计算书一致，并与建筑方案相匹配。

**c.结构平面布置图：**需按照**实体模型尺寸**绘制结构平面布置图并标注（**注意按比例尺修改标注及文字的尺寸**），用以核查模型整体尺寸等是否符合要求，提交 dwg 或 pdf 格式图纸，图纸样例见附件 2（对于因绘图不规范、不清晰导致核查中出现可能出现的问题，由选手自行承担）。结构平面布置图应与建筑设计方案相匹配。

**d.结构模型照片：**不要求照片中结构模型与最终模型成果完全相同，照片主要用于查找、登记结构模型。

注：

（1）结构平面布置图需绘制**首层、标准层及特殊设计楼层**。

（2）结构平面布置图应**标注实体模型尺寸**，单位统一为**毫米（mm）**。

（3）所有结构平面布置图须绘制在同一张图纸上；**整幅结构平面布置图采用足尺作图方式绘制**，标注全局比例统一取 1:4，箭头大小与标注字高设置为 2.5mm（即实际字高、箭头大小为 10mm）；其它文字注记（如图名等）字高建议可设置为 10mm。选手可根据实际绘图情况进行适当调整，保证图纸标注清晰。

（4）结构平面布置图纸统一命名为“第 X 组结构平面布置图+组长姓名+组长联系方式（手机号）”，例：“第 1 组结构平面布置图+杜杜+12388888888.dwg”，以备核查与联系。

### 3. 其他

- 1) 各参赛队仅能提交一份作品，作品应力求创新，结构合理，制作精巧。
- 2) 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、材料及工具

1. 本届大赛用于制作模型的原材料为桐木、通用性 502 胶，选手只能采用上述材料制作实体模型。此外，组委会将提供制作模型所需的部分辅助工具，包括一次性手套、乳胶手套、塑料膜、砂纸、小型手锯和简易护目镜，其他辅助工具由选手自备。辅助工具严禁作为模型构件。原材料及工具规格如表 5.1 所示。

表 5.1 原材料及工具规格表

材料	规格
桐木杆	5×6×1000(mm)
	3×5×1000(mm)
	2×4×1000(mm)
	2×2×1000(mm)
桐木板	1×55×1000(mm)
	1×300×300(mm)
通用性 502 胶	瓶
橡胶手套	副
塑料膜	张
砂纸	张
小型手锯	套
简易护目镜	副

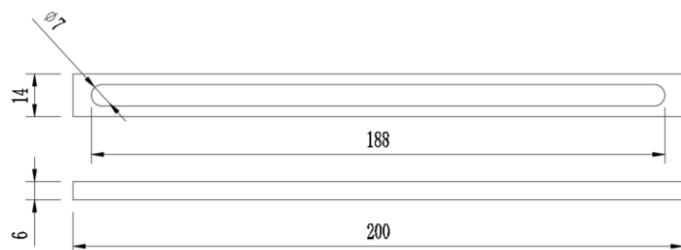
2. 模型制作所用材料仅限于组委会所提供的材料，允许对所给材料进行正常的切割、打磨、激光雕刻、使用 502 胶水进行粘连等加工操作，但不能改变材料的力学性能（如：不得使用化学强化剂对木材进行强化）。如模型中采用任何非组委会提供的材料，一经查实，将取消参赛资格。

3. 材料的材性试验报告将在后续提供，并鼓励选手根据需要做更多的试验。

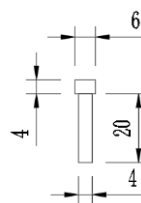
## 六、模型加载要求

### 1. 加载仪器说明

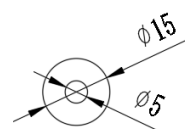
- 1) 加载设备主要由振动台、螺丝、压条、0.5KG 铁砂袋、砝码、橡胶垫、钢链板等组成；
- 2) 加载时，结构与振动台面间通过螺丝和压条固定，螺丝与压条示意图见图 6.1，加载台面尺寸见图 6.2；
- 3) 加载时，选手应将结构固定在加载台上，且结构不得超过加载台台面。



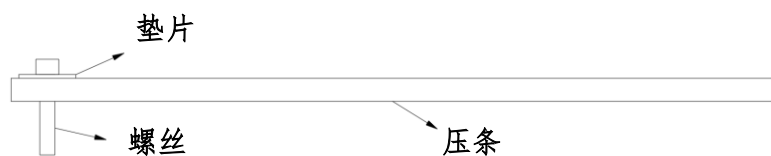
(a) 压条(mm)



(b) 螺丝(mm)



(c) 垫片(mm)

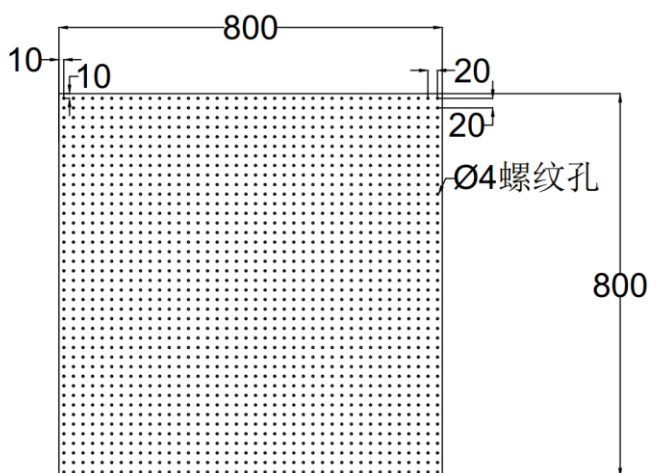


(d) 组装示意图



(e) 实物图

图 6.1 螺丝与压条示意图



(a) 加载台面示意图 (mm)



(b) 加载台实物图

图 6.2 加载台面尺寸



图 6.3 砝码实物图

## 2. 荷载施加方式（注：滑雪台坡面不包括停止区与准备区）

本次大赛荷载分为三个部分，分别记为竖向荷载、动荷载和地震作用。其中，地震作用分为小震作用和大震作用两级。

### 1) 竖向荷载

- a. 竖向荷载将加载于模型的滑雪台坡面、坡面下部结构与其他功能分区的加载层上。  
加载层相关要求见结构方案要求部分。
- b. 滑雪台坡面上将采用橡胶垫与钢链板模拟均布荷载，橡胶垫与钢链板规格如下：



图 6.4 橡胶垫示意图（宽 30cm，厚 1cm）



图 6.5 钢链板示意图

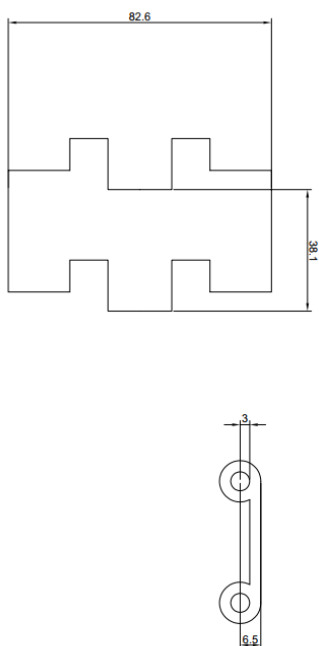


图 6.6 单节链板尺寸示意图（单位：mm）

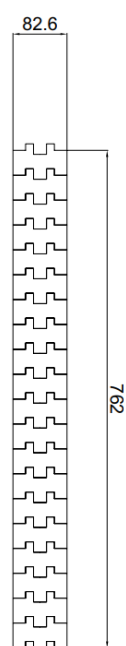


图 6.7 20 节链板尺寸示意图（单位：mm）

- 组委会将提供同规格的橡胶垫三块（每块橡胶垫质量线密度为  $50 \pm 1 \text{g/cm}$ ）和 A、B 两套不同规格的钢链板（每层钢链板质量线密度为  $26 \pm 0.5 \text{g/cm}$ ）。A 套钢链板为链节数相同的单层钢链板 3 条；B 套钢链板为链节数相同的双层钢链板 3 条。参赛选手须至少加载一块橡胶板与一层钢链板。
- c. 组委会将根据选手递交图纸上滑雪道坡面的长度将参赛组分为三组。模型坡面长度

低于 75cm 的结构使用链节数为 19 或 38 的链条组和长 70cm 的橡胶垫块；坡面长度在 75cm 与 80cm 之间的结构使用链节数为 20 或 40 的链条组和长 75cm 的橡胶垫块；坡面长度大于 80cm 的结构使用链节数为 21 或 42 的链条组和长 80cm 的橡胶垫块。

- d. 在滑雪台坡面下的结构中距加载台平面至少 25cm 高处需要放置 3 个 1KG 砝码以模拟相关机电等设备的重量；因无法顺利放置砝码产生的一切后果由选手自行负责。
- e. 除滑雪台外的功能分区中砝码重量计算方式如下：组委会将在赛前依据选手提供的 DWG 图纸进行核算。在某建筑总层数不小于四层时，总楼层数为双数层时加载层每 250 m<sup>2</sup>放置 0.5KG 砝码，不足 250 m<sup>2</sup>的部分按 250 m<sup>2</sup>计算；总楼层数为单数层时双数层加载层计算方式同上，最顶层每 500 m<sup>2</sup>放置 0.5KG 砝码，不足 500 m<sup>2</sup>按 500 m<sup>2</sup>计算。在某建筑总层数不大于三层时，每层每 500 m<sup>2</sup>放置 0.5KG 砝码，不足 500 m<sup>2</sup>按 500 m<sup>2</sup>计算。
- f. 加载顺序为首先放置滑雪台坡面下结构中的荷载，其次放置除滑雪台外的功能分区中的荷载，最后放置滑雪台坡面荷载。在放置滑雪台坡面荷载时，选手共有 2 分钟的加载时间，在加载时间内可自行选择 b. 中提供的荷载进行组合搭配，每次静荷载变化后持荷 15s 不发生任何结构破坏或荷载掉落即为加载通过。一旦发生结构破坏或荷载掉落，该组静荷载加载阶段将立即结束。组委会将记录选手在两分钟内通过的最高持荷作为该组静荷载成绩。
- g. 若在静荷载加载过程中结构发生整体破坏（如坡面塌陷、整体倾覆、主体结构垮塌等），则该组选手不得参加后续动荷载加载环节与地震荷载加载环节，动荷载与地震荷载得分全部按 0 计算。
- h. 铁砂袋仅作为补足 0.5KG 砝码重量时使用，不得与砝码互换，如：一层需要加载 1.5KG 竖向荷载，则仅能够使用一个 1KG 砝码和一个 0.5KG 铁砂袋，不得使用其他荷载搭配组合。

## 2) 动荷载

- a. 动荷载将加载于滑雪台坡面。
- b. 本次比赛将采用 10 个直径 4cm 的铁球模拟动荷载。动荷载加载前，组委会会提前将全部铁球放置在预先准备好的桐木盒中。动荷载加载时选手将装有铁球的桐木盒置于坡道顶部起点线后居中放置，并自行打开桐木盒的挡板使得铁球从桐木盒中自由滚

出。桐木盒的尺寸为 24cm\*10cm\*10cm，示意图如下：

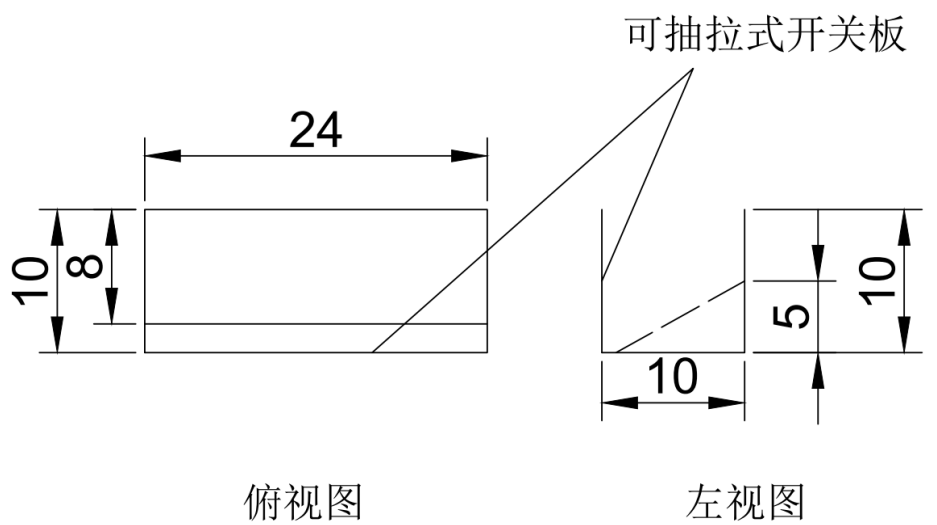


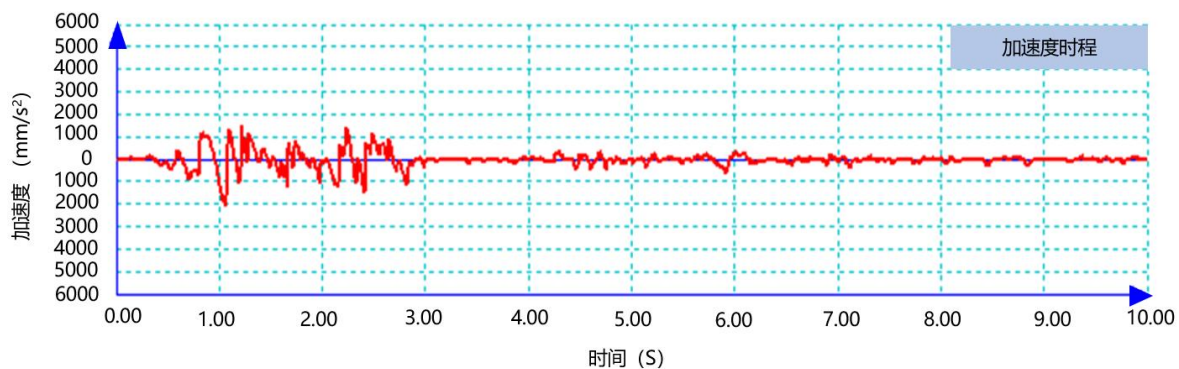
图 6.8 桐木盒示意图

- c. 保持上一阶段的最大静荷载不变进行动荷载加载。
- d. 选手可以自行制作围护结构保持铁球在滚动过程中不至于从坡面两侧滑落。
- e. 若在动荷载加载过程中结构发生破坏、铁球从坡面两侧滑落或静荷载出现掉落的情况，则该组选手不得参加后续地震荷载的加载，动荷载与地震荷载的得分记 0。

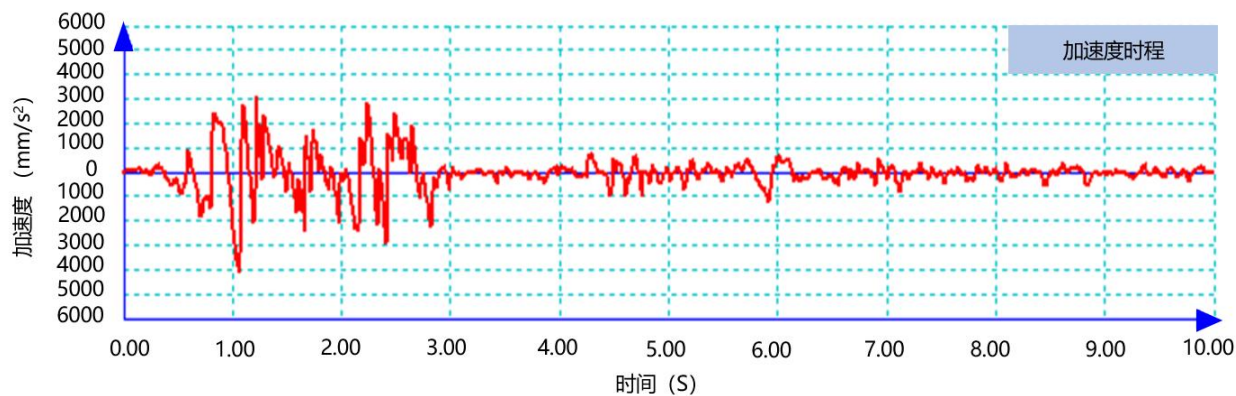
### 3) 地震作用

- a. 在地震作用加载阶段选手首先卸除滑雪台坡面上所有荷载，之后按照组委会规定的统一坡面荷载（两块橡胶板与 A 套钢链板）进行加载。
- b. 地震作用加载阶段使用给定的地震波进行加载，地震作用分为小震和大震两级，加载方向为振动垂直于滑雪台长边。要求在小震作用下，结构构件不允许发生任何形式的损坏，否则结构被判为失效。具体失效条件见本部分第 5 节。比赛中由振动台提供地震荷载，地震基本波形见附件 3。其中初赛与决赛地震波波形不同，具体波形放大倍数详见图 6.9。所有波形持时为 10s，加载时循环四次，总时长 40s。

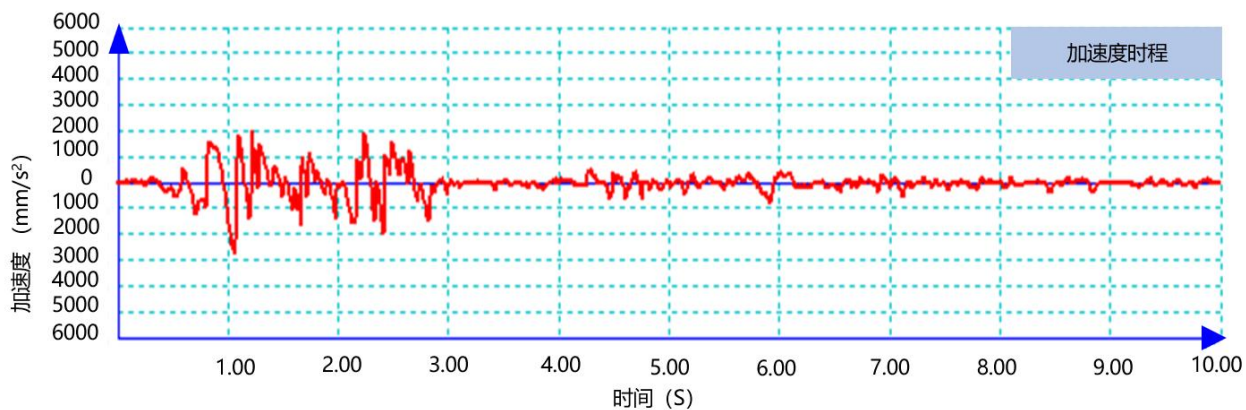




(a) 初赛小震波形（相比附件 3 中波形放大 3 倍）

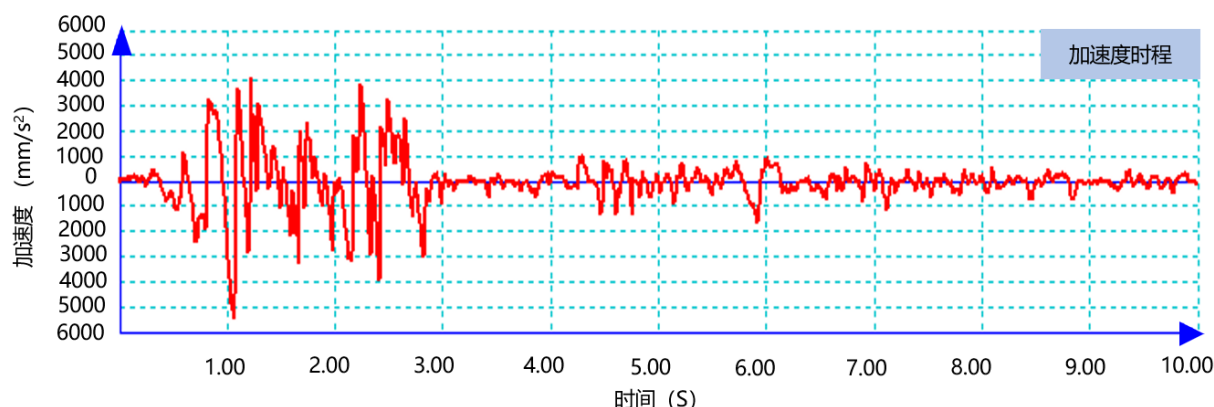


(b) 初赛大震波形（相比附件 3 中波形放大 6 倍）



(c) 决赛小震波形（相比附件 3 中波形放大 4 倍）





(d) 决赛大震波形（相比附件 3 中波形放大 8 倍）

图 6.9 地震波形

### 3. 加载说明

1) 加载分为四级，分别为竖向荷载、动荷载、小震作用、大震作用。竖向荷载阶段最终荷载重量由选手自行决定并保持至动荷载加载阶段结束。地震作用阶段的竖向荷载由组委会进行统一规定。

2) 所有砝码、橡胶板与钢链板必须能全程放置在结构上，中途发生掉落或触地则视为本级加载失效，失效后不得进行后续加载。选手应在设计以及制作模型过程中，充分考虑可能出现的情况。允许选手在滑雪台坡面终点线处制作阻挡条辅助荷载固定，阻挡条不必在建筑设计中体现。示意图如下：

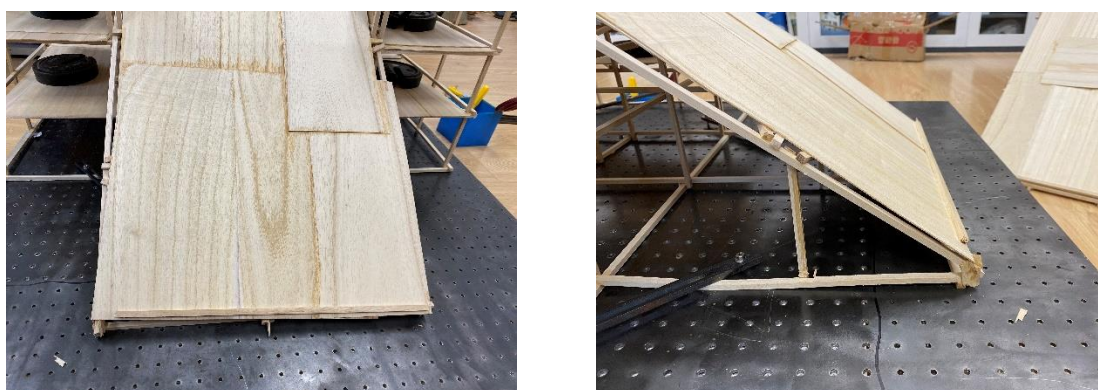


图 6.10 阻挡条示意图

3) 模型在加载仪器上的安装固定只能使用组委会提供的装备，不得自带装备固定。

4) 模型须保证在加载全过程中能够稳定地放置在加载仪器上，加载过程中，选手除了可以将荷载按要求正常放置指定位置上之外，不得以其他任何方式接触结构和加载装置的任何

部位。

5) 模型安装由选手完成。**选手应按照时间要求将模型稳定地安装在加载台上，超时将扣除一定的分数。**工作人员在选手允许的情况下可进行协助配合，但是对于安装过程中可能出现的结构损坏等情况一律由选手自行承担。

6) 加载完成后选手应尽快拆除模型，避免影响下一组选手的加载流程。在加载完成后，选手应听从工作人员安排对加载结果进行核查与签字确认，否则选手的加载成绩不予记录。

7) 选手应在进行加载前对加载设备、加载流程、模型安装与拆除操作进行充分了解。在加载过程中由于选手自己不熟悉上述流程而造成的任何后果（如结构无法固定在加载台上）由选手本人自行承担。

#### 4. 决赛加载流程

1) 在准备区，工作人员用电子秤确定模型自重，电子秤精度为 0.1g。选手需提前上报需要螺丝数目，**螺丝按照 1g/颗计入结构自重。**

2) 工作人员事先根据选手提交的结构平面布置图核查模型是否与设计一致，并再一次核查是否有非桐木构件作为承重结构使用。

3) 参赛队将模型安装在振动台上。安装时模型与振动台之间采用螺钉、压条连接，裁判校对螺丝数量；若安装时选手不慎破坏了模型结构，不得临时再做修补。

4) 队伍中其他选手在安装模型过程中开始答辩展示，**时间控制在 5min。**评委提问及参赛队员回答，时间控制在 2min。

5) 选手需在开始计时 7min 内完成模型安装与除滑雪台坡面荷载外的一级竖向荷载的加载。

6) 模型安装完成并完成除滑雪台坡面荷载外的竖向荷载加载后进入滑雪台坡面竖向荷载加载环节，选手共有 2 分钟时间进行竖向荷载加载。具体加载方式见上文第六大部分第二小点。

7) 保证结构仍受到与上一步相同的竖向荷载的作用进行动荷载加载环节。

8) 动荷载加载环节结束后，选手应在保持其他部分静荷载不变的基础上首先卸除滑雪台坡面上的静荷载，之后按照组委会要求的静荷载配置进行滑雪台坡面静荷载加载。加载完成后该组所有选手举手示意，之后进入地震作用环节。

9) 加载结束后选手需在 2min 内卸除结构模型，同时下一组进入加载区域。卸除模型后

选手到工作人员处确认加载成绩。

## 5. 失效条件

凡出现下列情况之一者，即属模型失效：

- 1) 模型无法完成拼装或模型无法按照设计要求正确安装就位；
- 2) 模型因设计原因，导致砝码无法正常放置在实体模型上；
- 3) 模型在小震作用下，结构构件及非结构构件出现破坏、掉落；
- 4) 模型加载时发生严重破坏，如结构整体垮塌、倾覆，楼板垮塌，主要受力构件出现严重破坏等情况；
- 5) 模型加载过程中荷载滑落触地；
- 6) 模型加载过程中加载层构件破坏或掉落；
- 7) 评审委员会认为失效的其它情况。

注：选手在现场对于失效结果有异议，可以提出申诉，由评审委员会裁定，最终结果以评审委员会裁定为准。

## 七、竞赛规程及要求

### 1. 专业组、兴趣组定义

- a) **专业组**：队伍中包含一位或一位以上土木工程系暨建设管理系或建筑学院或行健书院水木班或未央书院水木班大二年级及以上的本科生。
- b) **兴趣组**：除了专业组以外的队伍，包括由清华大学 2021 级本科生组成的队伍、由除土木和建筑之外专业本科生组成的队伍等。
- c) **职业组**：队伍中包含一位或一位以上的经由组委会认证通过的已毕业清华大学校友。

2. 参赛人员必须为清华大学本科生和经由组委会认证通过的已毕业清华大学校友，每队人数最多 5 人，不设人数下限。其他人员可向组委会提出申请，获得批准后亦可参加比赛。

3. 参赛队伍需在规定时间内向组委会报名，逾期不接受补报名。

4. 每人只允许参加一个参赛队；各队独立设计、制作。各组作品不得相互抄袭和模仿，如果发现雷同作品，则由裁判团现场备案，并进行裁定，期间相关参赛队可以进行申诉，所有组进行完加载之后，由裁判团宣布是否对相关参赛队进行处罚（取消其参赛成绩）。

5. 初赛时，选手可自行选择时间地点，使用指定材料制作结构。选手需按时提交初赛建筑方案，并在初赛当天指定时间将结构带至通知的地点进行加载，初赛的结构模型及建筑方案检查和决赛要求相同。

6. 初赛后按照加载表现和建筑方案综合成绩进行排名，专业组前 12 组参赛队获得决赛资格。决赛时，各组选手按照初赛加载得分排名的倒序，即由低到高的顺序出场。职业组出场顺序视报名情况后续通知。

7. 选手的决赛参赛作品与初赛参赛作品须保持结构形式一致，且决赛作品相比初赛作品结构质量增加不得超过 20g，质量减轻不限，违规者取消参赛资格。

8. 仪器和设备不可避免的有一定的制作误差，请选手谅解并在制作中予以考虑。组委会将在初赛及决赛前组织预加载环节，请选手踊跃参加。

9. 兴趣组进入决赛组数将根据报名人数确定，报名后公布。

10. 兴趣组决赛提前于专业组进行，不参与现场答辩，优秀作品可受邀参与决赛场外展示和现场加载表演。

11. 如遇不可抗因素导致比赛无法顺利进行，由组委会和评审委员会协商给出解决方案。

12. 由于赛题疏漏等因素导致的问题，选手可进行上诉，由组委会和评审委员会裁定，最终以裁定结果为准。

## 八、评分细则

### 1. 初赛

初赛得分 $C$ 由建筑方案评分 $C_1$ 和加载表现得分 $C_2$ 组成，其中

$$C = C_1 + C_2$$

#### 1) 建筑方案评分 $C_1$

组委会将邀请建筑学院评委老师就选手所提交的建筑方案（专业组提供渲染图，兴趣组提交建筑设计说明，平立剖图选作）进行打分，评分采用等级制，共分为 A、B、C、D、E 五个级别，分别对应建筑评分为 45、35、25、15、5 分，以平均分计为选手建筑方案评分 $C_1$ 。

#### 2) 加载表现得分 $C_2$

初赛施加荷载分为四级，分别为竖向静荷载、动荷载、小震作用和大震作用，评分满分

为 55 分，各级荷载满分所占比例为 20：5：10：20。对于通过竖向静荷载的结构模型，第  $j$  位选手持荷最大静荷载重量为  $L_{1,j}$ ，所有通过该级荷载选手持荷最大静荷载重量为  $L_{1,max}$ ，结构模型质量为  $w_{1,j}$ ，所有通过该级荷载选手结构模型的最小质量为  $w_{1,min}$ ；对于通过第  $i$  ( $i=2,3,4$ ) 级荷载的结构模型，第  $j$  位选手结构模型质量为  $w_{i,j}$ ，所有通过该级荷载选手结构模型的最小质量为  $w_{i,min}$ ，则第  $j$  位选手的结构模型总得分为

$$C_2 = 20 \times \frac{L_{1,j}}{L_{1,max}} \times \frac{w_{1,min}}{w_{1,j}} + 5 \times \frac{w_{2,min}}{w_{2,j}} + 10 \times \frac{w_{3,min}}{w_{3,j}} + 20 \times \frac{w_{4,min}}{w_{4,j}}$$

## 2. 决赛

决赛评分  $S$  由建筑方案得分  $S_1$ 、结构计算书得分  $S_2$ 、现场展示得分  $S_3$  和加载表现得分  $S_4$  四部分组成，同时设置折减系数  $\beta$ ，将扣分项以百分比的形式作用于该组的最终得分。

$$S = (S_1 + S_2 + S_3 + S_4) \times \beta$$

### 1) 建筑方案得分 $S_1$

建筑方案得分由建筑图纸评分和实体模型评分构成，满分 45 分，其中建筑图纸评分满分 30 分，结构模型评分满分 15 分。

组委会将邀请建筑学院评委老师就选手所提交的建筑图纸进行打分，评分采用等级制，共分为 A、B、C、D、E 五个级别，分别对应建筑图纸评分为 30、24、18、12、6 分，以平均分计为选手建筑图纸评分  $C_1$ 。

实体模型评分将由建筑和土木的评委老师共同评定，评委老师将在现场根据选手的实体模型与建筑图纸的契合程度、建筑与环境的契合程度、实体模型的合理性等评定分数。评分采用等级制，共分为 A、B、C、D、E 五个级别，分别对应实体模型评分为 15、12、9、6 和 0 分，以平均分计为选手实体模型评分  $C_2$ 。

$$S_1 = C_1 + C_2$$

### 2) 结构计算书得分 $S_2$

结构计算书满分为 5 分，由土木系评委老师根据选手提交的结构计算书进行打分（兴趣组可以提交结构设计说明），以平均分计为选手结构计算书评分  $S_2$ 。结构计算书简要说明结构设计理念、建模方式、计算结果等典型受力分析过程即可。

### 3) 现场展示得分 $S_3$

现场展示得分满分 5 分，由评委根据选手现场 5 分钟的答辩表现进行评分，在去掉一个

最高分和一个最低分后，取平均分作为选手现场展示得分 $S_3$ 。对于兴趣组，无需现场展示，此部分得分以满分计入成绩。

#### 4) 加载表现得分 $S_4$

加载表现得分满分为 45 分，分别为竖向静荷载、动荷载、小震作用和大震作用，各级荷载满分所占比例为 20:5:10:20。对于通过竖向静荷载的结构模型，第  $j$  位选手持荷最大静荷载重量为 $L_{1,j}$ ，所有通过该级荷载选手持荷最大静荷载重量为 $L_{1,max}$ ，对于通过第  $i$  ( $i=2,3,4$ ) 级荷载的结构模型，第  $j$  位选手结构模型质量为 $w_{i,j}$ ，所有通过该级荷载选手结构模型的最小质量为 $w_{i,min}$ ，则第  $j$  位选手的结构模型得分为

$$S_4 = \left( 20 \times \frac{L_{1,j}}{L_{1,max}} \times \frac{w_{1,min}}{w_{1,j}} + 5 \times \frac{w_{2,min}}{w_{2,j}} + 10 \times \frac{w_{3,min}}{w_{3,j}} + 20 \times \frac{w_{4,min}}{w_{4,j}} \right) \times \frac{45}{55}$$

### 3. 扣分项

所有扣分项以百分比的折减系数的形式作用于选手所得总成绩，扣分项所占百分比可叠加，具体内容包括：

1. **材料及模型提交超时扣分：**材料提交包括赛程要求的所有电子版材料，模型为实体模型，每迟交 1h 扣分 0.2%，不足 1h 按 1h 计，最高累积到 3%；迟交一天之后赛事组委会拒绝接收相关材料；材料提交时间以邮件发送时间为准。
2. **安装及竖向加载超时扣分：**参赛选手需要在现场将把模型安装至加载台，将指定质量的荷载放置在相应位置上，并完成竖向加载。完成模型固定与除滑雪台外竖向荷载的加载时间不超过 7min，每超时 1min 扣分 0.5%，不足 1min 按 1min 计；
3. **其余扣分项，详见附件 4《核查内容及扣分要求》**

附：清华大学土木工程系暨建设管理系学生科协第 39 届主席团联系方式

主席：

程志刚 18210487902

副主席：

冯昊龙 13704977051 刘辰昊 19801228625 钱欣宇 17801209400 魏润哲 15509409326

顾焱 15365524925 张新豪 13783921895