

附件3

第四届全国城市地下空间工程专业大学生 模型设计竞赛说明书

一、竞赛题目

双联拱隧道结构模型设计竞赛。结构模型总体设计如图 1 所示。

二、竞赛目的

在高速公路建设中，遇到隧道问题时，以往主要采用双洞分离式方案修建，但在特殊地质及地形条件的地区，从线桥隧衔接方式、总体路线线形、工程造价等因素综合考虑，双洞分离式方案往往受到较大局限，为获得良好的技术经济效果，双联拱隧道方案则成为重要的可选方案，在许多场合已成为首选方案。目前在四川、重庆、云南、广东、贵州、江苏、浙江、福建等省市的高速公路中大量采用了双联拱隧道方案，随着高速公路建设的进一步发展，双联拱隧道的数量还将会大量增加。本次竞赛题目的设计正是基于这一工程背景，通过对双联拱隧道结构体系的设计和计算，加强学生对城市地下空间工程专业的认识和了解，在理论计算和动手操作的同时，提升他们对本专业的兴趣和爱好。

本次模型比赛的主题是双联拱隧道结构模型的设计、计算、制作和加载，包括白卡纸封层和隧道模型结构制作两部分，然后通过加载试验检验白卡纸封层和隧道模型结构体系的承载力和变形特性，从而确定双联拱隧道结构体系的可行性、合理性和科学性。

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，完成双联拱隧道结构体系设计与承载能力的理论计算，从而理解双联拱隧道支护体系设计的相关理论；

(2) 以最低的成本，使用最少的材料（白卡纸），设计并制作双联拱隧道结构体系，并保证模型能够承受最大荷载；

(3) 锻炼学生的创新能力、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、参赛对象及要求

参赛高校应通过校级选拔赛择优推荐 1~2 支参赛队伍参加本次比赛的决赛，具体要求如下：

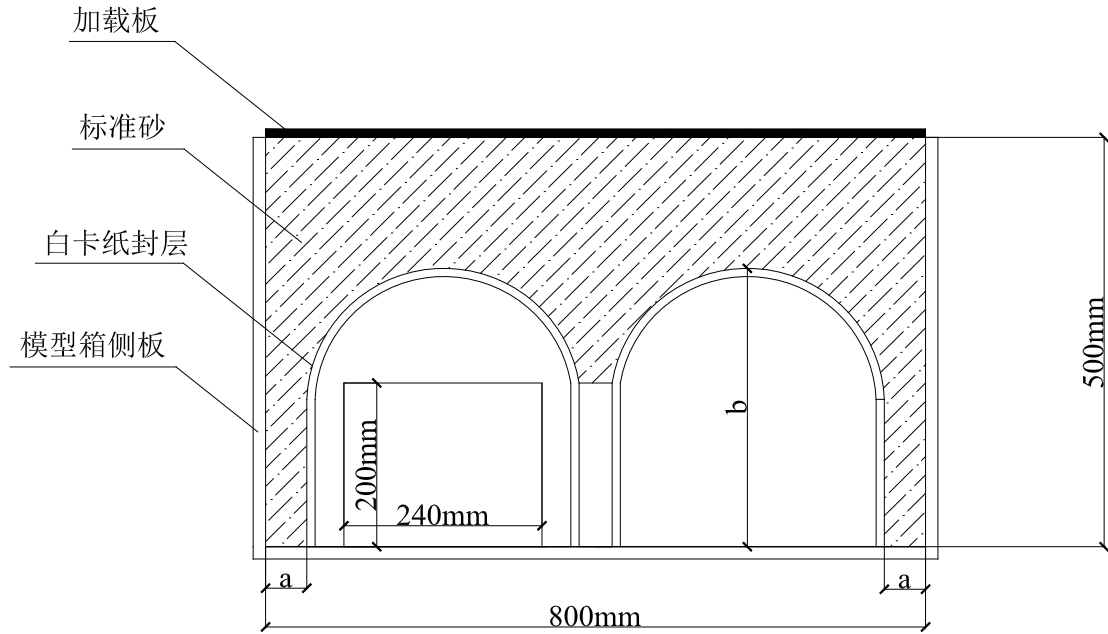
(1) 特别说明：参赛学生队长必须是经教育部审核备案开设城市地下空间工程专业并已经招生两届以上学生的高校学生，以学校名义报名参赛。

(2) 每支参赛队伍不得超过 3 人（每名参赛选手只能参加 1 支参赛队伍），须设队长 1

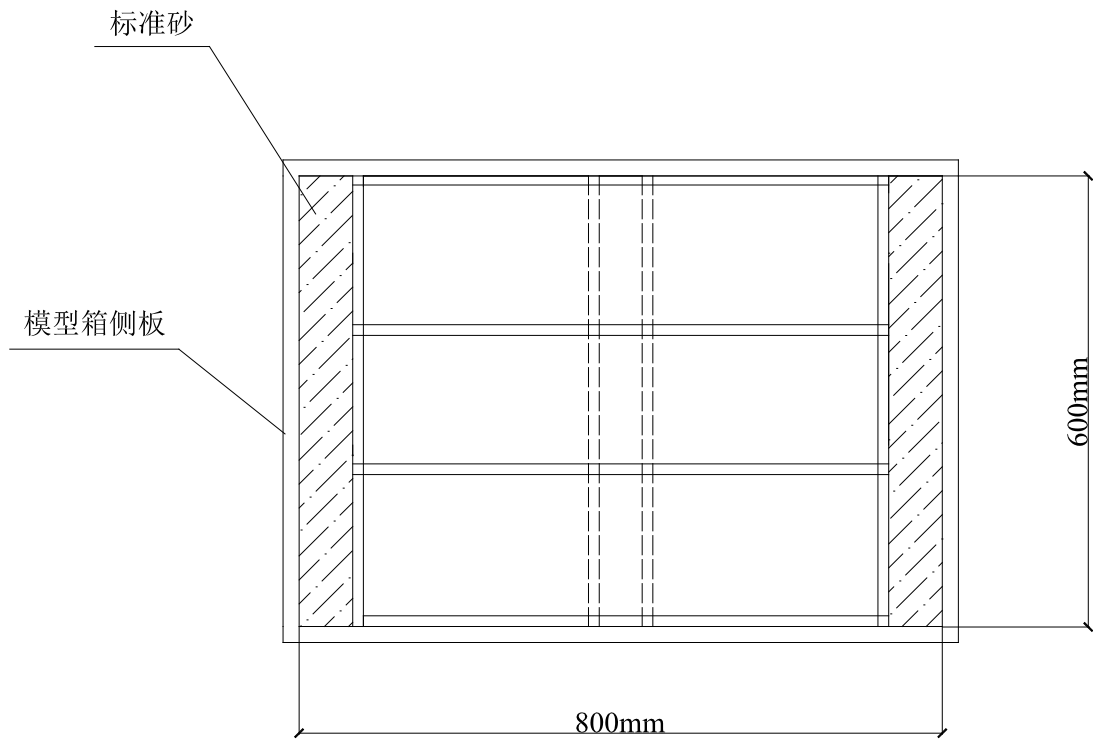
名、指导教师 1 名。参赛队伍的队员名单一经确定，不得更改；

(3) 每支参赛队伍只能提交 1 份作品；

(4) 比赛前，由各参赛队队长随机抽取编号，该编号为模型制作期间座位号、作品编号及加载顺序号。



a 立面图



b 俯视图（无加载板）

图 1 结构模型总体设计示意图（提示：不局限于图示模型制作形式）

四、竞赛内容

本届模型竞赛的主要内容包括：

- (1) 双联拱隧道结构模型的设计与计算；
- (2) 双联拱隧道结构模型现场制作；
- (3) 双联拱隧道结构模型现场加载。

五、结构模型制作

1. 模型制作材料

- (1) 白卡纸，规格：250g/m²，尺寸：787mm×1092mm；
- (2) 白乳胶，规格：120ml，品牌：得力，型号：9072。

注：参赛代表队不得使用除组委会提供以外的其它任何材料制作双联拱隧道结构模型，否则将直接取消参赛资格。

2. 模型制作工具

- (1) 参赛代表队自备：美工刀、丁字尺；
- (2) 承办方提供：为每个参赛代表队提供制作图板一张（尺寸为 1.2m×0.8m）。

3. 加载工具

- (1) 加载板一个，尺寸为 790mm×590mm×7mm，材料为 45 号钢，约 26kg。
- (2) 加载砝码标准为 5kg 和 10kg 两种。

4. 模型制作要求：

- (1) 所有支护结构全部用白卡纸制作；
- (2) 各构件之间的连接均采用指定白乳胶；
- (3) 白卡纸与模型箱之间禁止采用任何形式的连接措施。

六、模型装置

1. 模型箱

本次比赛模型箱尺寸为 800mm×600mm×500mm，侧板及底板均采用亚克力板，厚 15mm，如图 2 所示。

2. 模型尺寸要求

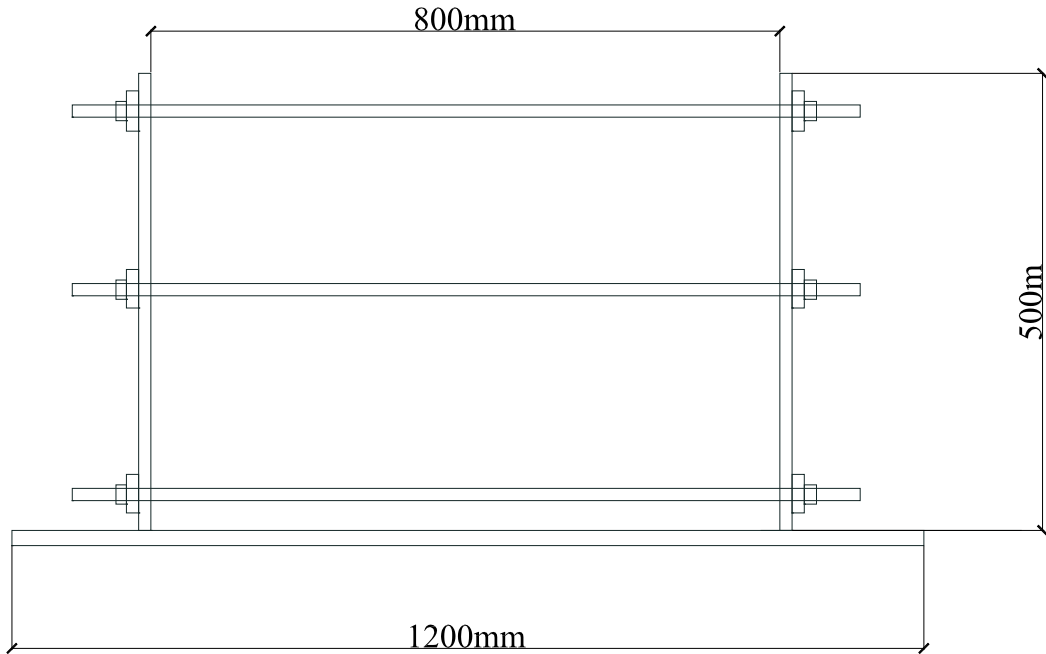
本次比赛中模型边墙及中墙形式不限，拱部要求为圆弧拱形或分段直线圆弧拱形，段数不得小于 3 段，榫与榫之间的连接方式不限，但必须保证模型为连续体。（连续体判定：提交作品时，评审专家提起结构任意一点可以将整个结构提升脱离支撑面）。

模型的规格应保证能顺利安放在模型试验加载箱内，并应符合下列要求：

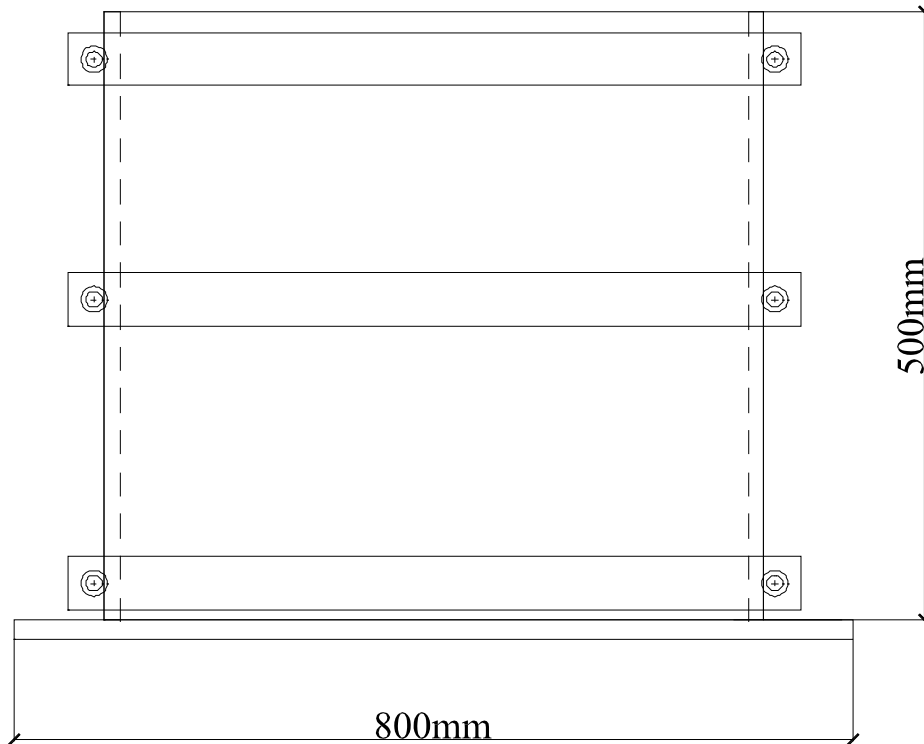
- (1) 模型结构体系及选型不限；
- (2) 模型左右最外侧到两侧侧板距离 a 不得小于 50mm；

(3) 模型拱顶外侧到底板上部距离 b 不得大于 **350mm**;

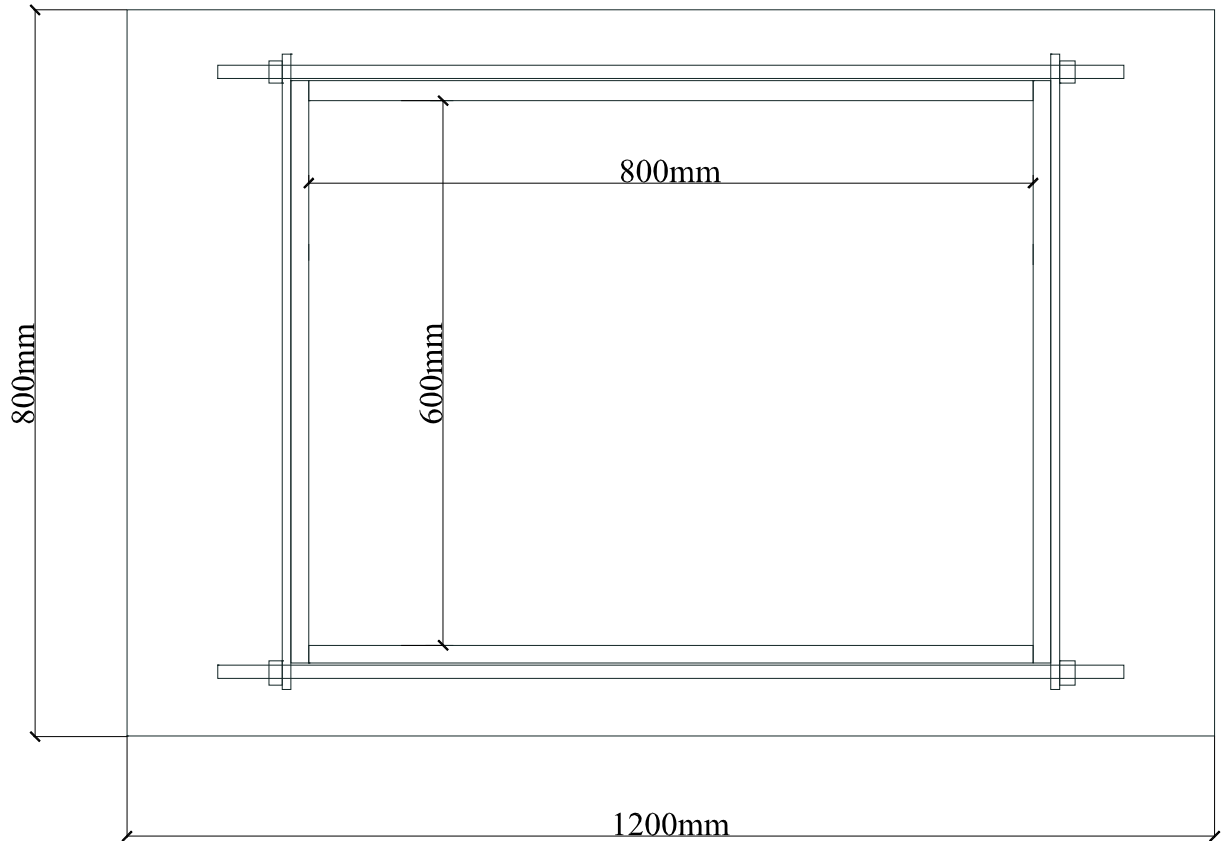
(4) 建筑限界为矩形。赛前模型净空检验时，采用硬质白色 PVC 盒，其外形尺寸为 240mm（宽） \times 200mm（高） \times 800mm（长），PVC 盒如能顺利通过模型内部，说明模型满足净空要求。建筑限界检验在模型建造完毕后进行，若检验不符合要求，则视为模型制作不合格，直接取消参赛资格。（注：两个隧道模型断面尺寸均需要满足净空要求。）



a 正视图



b 侧视图



c 俯视图

图 2 模型箱结构示意图

3. 加载与测量装置

(1) 本次比赛现场加载过程中，采用圆饼形砝码加载，砝码重量分别为 5kg 和 10kg 两种，每组提供砝码总重不超过 200kg（不含加载板重）。

(2) 竖向位移测试装置采用江苏东华测试技术股份有限公司生产的 5G203 型拉线位移传感器。

七、实施方案

本次比赛分初赛和决赛两个阶段。初赛由各高校自行组织，并确定参加决赛的学生代表队。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，现场比赛包括双联拱隧道结构模型制作、模型安装和现场加载三个阶段。

1. 模型设计计算说明书

各参赛代表队应在现场报到时向承办方提交纸质版设计计算说明书：完整版（一式一份）和活页版（一式三份），其主要内容及要求如下：

- (1) 完整版和活页版封面统一格式见附件 4。
- (2) 设计中所使用的材料参数，包括获得参数的方法（实验室测试、统计分析或假设等）；
- (3) 模型设计方法与步骤；

- (4) 模型设计方案的比选；
- (5) 模型设计图纸；
- (6) 模型建造步骤；
- (7) 风险与对策。针对比赛中每个环节中可能遇到的潜在风险，提出相应措施。
- (8) 所有参赛人员的照片与学生证扫描件，以附录的形式放在完整版计算说明书后。
- (9) 计算说明书的格式要求：

① 篇幅应控制在 20 页以内（不包括封面页、目录页、附录和参考文献），双面打印；

② 行距 20 磅、宋体小四号字；

③ 封面后的所有页面的页眉统一为“第四届全国城市地下空间工程专业大学生模型设计说明书”，字体为小五号；页脚居中设置页码，页码从正文首页开始为第 1 页，以阿拉伯数字顺序设置。

2. 现场比赛

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，相对应的工作人员方可进入模型制作场地，但是在进入场地过程中，不得妨碍其他代表队的制作。

1) 双联拱隧道结构模型制作

各参赛代表队应在规定时间（5h）内使用由承办方提供的材料（模型制作工具自备）进行模型制作，制作时间不得超过 5.5h，一旦超时按自动弃权处理。制作完工后，举手示意工作人员记录制作时间，参赛代表队队长确认时间后签字，清除多余材料。模型制作完成后，作品放置在制作平台板上，按抽签顺序等待模型加载。

提示：模型制作完成，是指将组成模型的结构构件等组装在一起，称重时包括白卡纸封层重量，白卡纸封层可以提前粘贴在模型上，粘贴时间计入模型制作环节，白卡纸封层裁剪成型须在模型制作环节完成。

2) 模型检验与称重

由评审专家组对所制作的所有模型进行尺寸校核和结构检验，对于尺寸和模型结构不符合要求的，取消比赛资格，并由参赛代表队队长在取消比赛资格说明单上签字确认。尺寸校核及外观检查完成后，对符合比赛资格的模型进行称重，称重结果由参赛代表队队长签字确认。

评审专家组进行模型尺寸校核、外观检查及模型称重过程中，仲裁委员会负责现场监督，并在原始单据上签字确认。

3) 模型安装

各参赛代表队按比赛前抽取的出场顺序，在模型箱中安装结构模型，模型安装时间限定 40mins。安装过程如下：

① 将制作完成的模型按照模型箱内的位置标线放置，然后安装白卡纸封层；

② 各小组可根据制作需要对白卡纸进行拼接；

③ 在白卡纸封层上充填标准砂（由承办方提供的厦门艾思欧标准砂有限公司生产的中国 ISO 标准砂），直至填平试验箱（若需对填充标准砂压实，可进行压实）；

④ 平整标准砂顶面，为加载试验做好准备。

该阶段工作结束后，评审专家组进行检查和净空检验，合格后方可进行加载。若检验不合格，且经过改正仍不符合要求，将取消比赛资格。

4) 现场加载

该环节所需的场地、模型加载装置、数据采集设备及数据统计分析系统等由承办方提供。

① 安放加载板，连接竖向位移传感器。

竖向位移测点位于加载板的四个角点（吊环处），采用江苏东华测试技术股份有限公司生产的 5G203 型拉线位移传感器。

② 分级加载

施加荷载的目的是测试各参赛代表队模型的极限承载力，分三级进行重力砝码加载。通过当前加载的测定和校验后方可进行下一级加载。

加载比赛按下述要求进行：

① 加载前各参赛代表队自行确定本级加载质量，并由代表队队长报出。一旦报出本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。

② 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，每级荷载持续作用时间 **2mins**。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，计时过程中记录实时位移。

（3）加载失败判定

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：

① 模型结构发生破坏（诸如支护构件的弯折等）而不能继续承担荷载；

② 加载板竖向位移测点在进行实时监测时，任何一点实测位移量超过规定限值 **10mm**，即竖向位移传感器报警。

八、评审方式与评分标准

评审专家组负责作品的评审及评奖事宜。每个参赛作品总分为 100 分，包括理论计算（10 分）、模型制作（20 分）、模型安装（10 分）和模型加载（60 分）共四个方面。

1. 理论计算（10 分）

依据参赛代表队提交的设计计算说明书，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。

2. 模型制作（20 分）

模型制作得分包括两部分：基础分（5 分）+操作分（15 分）。

1) 基础分：5分

完成模型制作并检验合格的参赛队伍，即可获得基础分；模型检验不合格，经补救或修正后模型合格的作品，无基础分。

2) 操作分：15分

模型制作限时5h。

不大于5h的参赛队，操作分满分；

超过5h的参赛队伍，每超时6mins，扣除3分；超时30mins以上仍未完成模型制作的参赛队伍，视为未完成模型制作。

3. 模型安装（10分）

主要评判标准如下：

① 模型安装时限为40mins，按时完成，得10分；每超过1min（超1s~59s，均视为超1min），扣1分，直至扣完。

② 违规安装模型，或者安装完成后的模型尺寸不合格，取消该项成绩。

4. 模型加载（60分）

加载成绩总分为60分，主要评判标准如下：

在所有比赛结束后，模型承受最大荷载质量（不计加载板质量）与模型质量比值（以下称“承载比”）最大的代表队得分为60分，承载比最小的代表队得分为5分，其他代表队得分按下式计算，即：

$$R_i = 5 + 55 \times \frac{k_i - k_{\min}}{k_{\max} - k_{\min}}$$

式中： R_i ——为第*i*支代表队得分；

k_i ——为第*i*支代表队的模型承载比；

k_{\min} ——为所有完成参赛代表队中模型承载比最小值；

k_{\max} ——为所有完成参赛代表队中模型承载比最大值。

仲裁委员会负责监督整个现场比赛过程，并核对各参赛代表队的分数。比赛全部完成后，由仲裁委员会签字确认。

九、竞赛程序

- (1) 各参赛队伍按照抽签号码，找到对应工作台，完成模型制作；
- (2) 现场工作人员协助评审专家组完成对模型的尺寸校核及外观检查；
- (3) 称量作品的质量，精确到0.1g；
- (4) 当一个代表队比赛结束后，下一组便可进行模型安装；
- (5) 模型安装现场检查合格后，方可进行分级加载。
- (6) 开始分级加载后，加载过程严格按前述加载要求进行。

(7) 加载完毕后，向参赛代表队宣布加载质量，核对无误后，队长签字确认。

十、其他事宜

1. 赛前会议

赛前会议将在正式比赛前一天召开，主要内容如下：按参赛队伍报名先后顺序由各参赛队代表随机抽取编号（该编号为模型制作期间座位号、作品编号及加载顺序号）、收集参赛代表队信息、熟悉场地和试验加载设备等。该会议每个参赛代表队队长必须出席（或指派特定人员），指导教师和代表队其他队员也可参加。具体的会议时间与地点参见会议手册，未签到的参赛代表队将取消参赛资格。

2. 奖项设置

特等奖：决赛作品数量的 5%；

一等奖：决赛作品数量的 10%；

二等奖：决赛作品数量的 20%；

三等奖：决赛作品数量的 35%；

获奖证书均加盖中国岩石力学与工程学会公章。

3. 申诉与仲裁

1) 申诉

(1) 对于不符合竞赛规定的事宜，有失公平的评判，以及工作人员的违规行为等，参赛队可向仲裁委员会提出申诉。

(2) 申诉时，应递交由参赛队领队签字认可的书面报告，报告应对申诉事件的现象、发生的时间、涉及的人员、申诉依据与理由等进行实事求是的充分叙述。事实依据不充分或仅凭主观臆断的申诉不予受理。

(3) 申诉时效，在当前轮次竞赛结束后半小时内提出，超过时效将不予受理。

2) 仲裁

(1) 仲裁委员会负责受理竞赛中出现的所有申诉并进行仲裁，以保证竞赛顺利进行和结果公平、公正。

(2) 仲裁委员会收到申诉报告后，根据申诉事由进行审查，半小时内书面通知申诉方，告知处理结果。

(3) 仲裁委员会的裁决为最终裁决。

4. 参赛选手须知

各参赛队发生以下情况之一者，将取消其竞赛资格或竞赛成绩。

(1) 参赛选手参加了两个及两个以上的代表队参加决赛；

(2) 临时换人或队员冒名顶替；

(3) 在模型设计说明书封面以外出现了任何有关参赛学校名称和个人真实姓名的信息；

(4) 参赛作品使用了比赛指定之外的材料；

- (5) 参赛作品的尺寸不满足要求，且经过补救后仍不合要求的；
- (6) 双联拱隧道结构模型制作时间超过 5.5 h；
- (7) 结构模型与模型箱内壁之间设置了任何形式的加固连接措施；
- (8) 结构模型左右最外侧到两侧侧板距离小于 50mm，且补救后仍不满足要求的；
- (9) 结构模型拱顶外侧到底板上部距离大于 350mm，且补救后仍不满足要求的；
- (10) 填埋砂土高度不符合要求；
- (11) 未按规定进行加载试验；
- (12) 经专家委员会或仲裁委员会认定的其它应取消竞赛资格或成绩。

5. 知识产权

- (1) 所有参赛作品必须为原创作品，不得存在任何知识产权纠纷或争议。
- (2) 主办及承办单位对所有参赛作品有出版、发布、展览等权利。

6. 竞赛安全

(1) 竞赛期间，各参赛队需按承办单位要求统一安排食宿，指导教师及队员外出须征得本校领队同意，并按时返回。

- (2) 参赛队员比赛过程中须严格遵守相关操作规程，确保人身及设备安全。

本次比赛最终解释权归承办方河南城建学院，其他未尽事宜可由竞赛评审委员会和仲裁委员会商议确定。

附表1 第四届全国城市地下空间工程专业大学生模型设计竞赛参赛报名表

学校名称			学院名称			
姓名		性别	教师职称/学生专业班级	联系电话	电子邮箱	
第一 代表队	指导老师					
	队长					
	队员1					
	队员2					
第二 代表队	指导老师					
	队长					
	队员1					
	队员2					

院系（负责人签字、公章）：

年 月 日

注：①每校限报2个参赛代表队，每队包括指导教师1人和队员3人（包括1名队长）。

②各高校务必于2019年9月30日之前将该报名表彩色扫描件发至指定邮箱47629070@qq.com，原件于正式比赛报到时交给承办方。