
附件 3:

第五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

装配式多舱室综合管廊建筑模型（1 榀建筑设计的结构段，赛前制作）和结构模型（3 榀及以上结构段+防水层）的设计、计算、制作和加载试验。

二、竞赛背景与目的

综合管廊又称“共同沟”，是指在城市地下建造一个市政共用隧道，将电力、通信，燃气、供热、给排水等各种工程管线集于一体，实施统一规划、统一设计、统一建设和管理，以做到地下空间的综合利用和资源共享。综合管廊是保障城市运行的重要基础设施和“生命线”，根据其使用功能分为干线综合管廊、支线综合管廊及缆线管廊。

竞赛主要目的如下：

（1）通过理解建筑设计要求，合理的进行模型横断面设计满足正常使用需求，完成装配式多舱室综合管廊建筑模型，从而理解、优化综合管廊设计；

（2）通过测试模型相关组成部件的力学强度参数，完成装配式多舱室综合管廊结构模型设计与承载能力的理论计算，从而理解综合管廊结构设计的相关理论；

（3）以最低的成本，使用最少的材料（白卡纸，PE 膜），设计并制作装配式多舱室综合管廊结构模型，在模型满足使用要求和防水要求的情况下保证模型能够承受一定荷载；

（4）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 支参赛队伍参加本次竞赛的决赛，具体要求如下：

（1）参赛队伍的构成应为全日制城市地下空间工程专业在校本科学生或相近专业在校本科生。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（自 2020 年开始招生）的高校在校学生，以学校的名义

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 支队伍），须指定 1 名选手为队长，另设、指导教师 1 名。参赛队伍的队员名单一经确定，不得更改。

(3) 指导教师应是第十一届全国高校城市地下空间工程专业建设研讨会参会教师。参赛队选手应是第十一届全国高校城市地下空间工程专业建设研讨会的参会学生代表。

(4) 每支参赛队伍只能提交 1 份作品。

(5) 在赛前会议上，按各参赛队报名先后顺序由各参赛队队长随机抽取编号，该编号为制作期间座位号、作品号及加载顺序号。

四、竞赛内容

本届竞赛赛题要求参赛队伍设计并制作装配式多舱室综合管廊结构模型，模型应该在满足正常使用条件的前提下保证模型能够承受一定的荷载。模型制作要求如下：

(1) 建筑设计模型段的制作：一榀结构段长、结构与结构模型一致、材料不限、模型内部设置管架、外部进行合理装饰、赛前制作、仅用于展示；

(2) 装配式多舱室综合管廊结构模型的制作：满足建筑设计要求、制作要求、模型安装要求、加载要求。

此模型使用功能要求即建筑设计要求如下：

(1) 1 根给水管道（直径 60mm）；

(2) 1 根燃气管道（直径 25mm，燃气管道应在独立舱室敷设）；

(3) 40 根 10kV 电缆（直径 5mm）；

(4) 10 根 110kV 高压电缆（直径 15mm，不应与通信电缆同侧布置）；

(5) 40 根通信电缆（直径 5mm）

(6) 每个舱室需预留设置人行检修通道 $\geq 40\text{mm} \times 85\text{mm}$ （高），且每个舱室内部净高不应 $< 100\text{mm}$ ；

(7) 管道安装尺寸见图 1（摘自 GB 50838-2015《城市综合管廊技术规范》），其中给水管道： $a \geq 25\text{mm}$ ； $b_1 \geq 25\text{mm}$ ； $b_2 \geq 30\text{mm}$ 。燃气管道： $a \geq 20\text{mm}$ ； $b_1 \geq 20\text{mm}$ ； $b_2 \geq 30\text{mm}$ 。

参赛队伍应根据建筑设计要求设计综合管廊模型横断面以满足使用需求，示意见图 2。参赛队伍应在参赛前制作一榀建筑设计段（需制作支架、管架等放置测试管），可以进行适当的装饰、涂鸦来展示自己的设计理念和方法，此模型和参赛选手现场制作的加载模型结构应一致即模型内外轮廓一致。

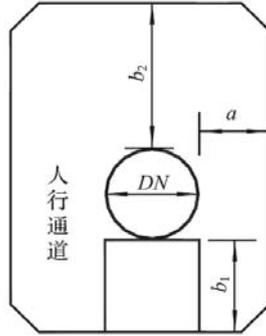


图 1 管道安装净距

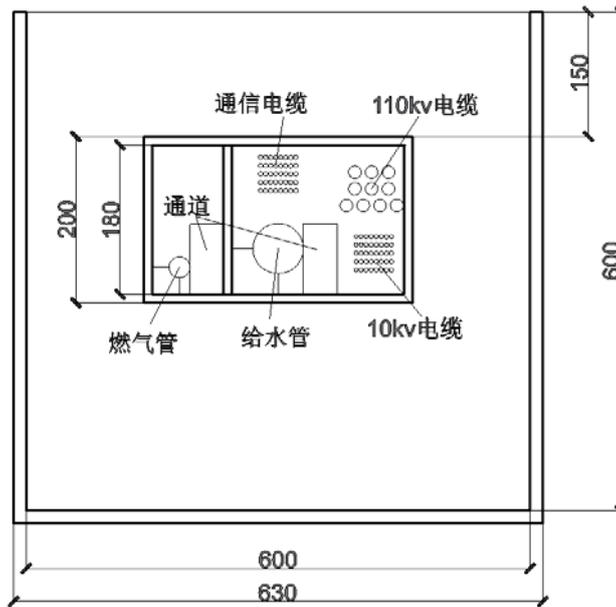


图 2 装配式多舱室综合管廊模型横断面示意图（单位：mm）

模型为满足装配式要求，应该分别制作 3 榀或 3 榀以上相同结构段，结构段包括综合管廊顶板、中板、底板、中隔墙、侧墙等。现场制作各结构段，每榀分别施作防水层，完成后进行各段模型构件的拼装，拼装过程中防水层与结构之间不能用粘结剂粘结，拼装完成后检验内部空间是否满足建筑设计要求并测量质重，之后施作管廊口防水包裹并浸入水中测量模型体积（管廊口防水包裹应拼装完成后施作，且不计入称重质量）。模型测完质量、体积后施作白卡纸外壁（白卡纸外壁起隔砂作用，不计入质量）准备模型安装和加载测试。

竞赛赛题主要包括：

- (1) 装配式多舱室综合管廊结构模型的设计与计算分析；
- (2) 装配式多舱室综合管廊结构模型现场施作和装配；
- (3) 装配式多舱室综合管廊结构模型现场加载试验。

五、模型制作方式

1. 模型制作材料

- (1) 白卡纸（规格：250g/m²，787×1092mm²）；
- (2) 双面胶（规格：12mm×10y）；
- (3) PE 膜（1 张，规格：4g/m²，2000×2000mm²，只能施作防水层）；
- (4) 铅发丝线（规格：0.5mm，只能制作位移监测吊点）；

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综合管廊结构模型，否则将直接取消参赛资格。

2. 模型制作工具

参赛代表队自备：美工刀、丁字尺、其它模具等；

3. 加载工具

- (1) 加载板 4 个，尺寸约 300mm×300mm 用于施加均匀初载，总重量约 40kg。
- (2) 加载砝码标准为 10kg（总重 300kg，不计加载版）。

4. 模型制作要求

- (1) 每榀结构段制作要求：全部用白卡纸制作、双面胶粘结；
- (2) 每榀结构段之间连接要求：不能用双面胶粘结
- (3) 防水层施作要求：PE 膜可以自由剪裁粘结、防水层与结构段和白卡纸外壁不能粘结
- (4) 白卡纸外壁制作要求：单层白卡纸制作，可以自由剪裁粘结，重合面积不大于 50mm×600mm，外壁两端应外折且长度不大于 50mm，仅起到砂的作用；
- (5) 模型不应渗漏水，防水层与结构应紧密贴合，且防水层最厚处不应超过 3 层 PE 膜；
- (6) 模型结构体系及选型不限，但应满足设计要求且必须保证拼装后模型为连续体。（连续体判定：提交作品时，提起结构任意一点可以将整个结构提升脱离支撑面）；
- (7) 模型总长度为 600 mm，≥3 段（每段结构必须一致）；
- (8) 模型上顶面距离箱口尺寸为 150mm；
- (9) 模型下底面距底部亚克力板尺寸不小于 50mm；
- (10) 模型左右最外侧距两侧亚克力板尺寸不小于 50mm；
- (11) 模型外轮廓横断面小于 500mm×400mm；

(12) 细绳吊点应设置在模型外壁（细绳不能影响结构本身力学特性），测线绳长 $>300\text{mm}$ ，共设 3 个，分别位于中间楣（偶数楣则为拼接处）每舱跨中、顶处、四分位点（见图 4），原则上选取结构变形最大处，加载时不应脱落。

六、模型装置

1. 模型加载箱

本次比赛模型加载箱内部尺寸为 $600\text{mm} \times 600\text{mm} \times 600\text{mm}$ ，见图 3（忽略板厚）。5 面均用亚克力板，亚克力板厚约 15mm 。

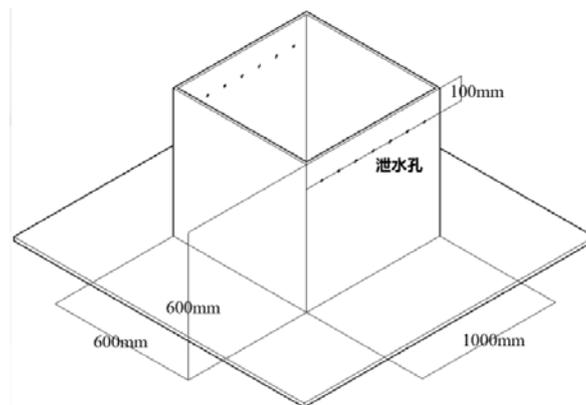


图 3 加载箱尺寸示意图

2. 测量装置

本次加载试验只测量模型顶部竖向位移，且采用拉线式位移传感器。测量方式及测点见图 4。

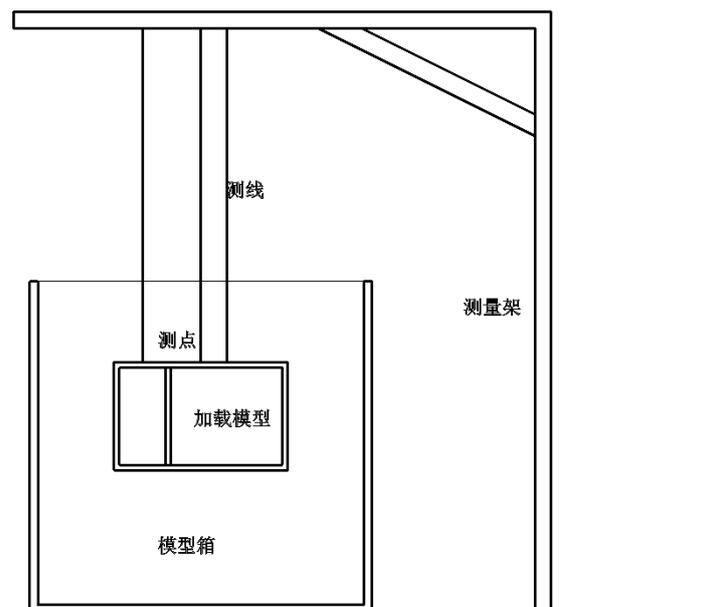


图 4 模型加载竖向位移测量示意图

七、实施方案

本次比赛由承办方统一组织实施，包括设计计算说明书、建筑设计模型提交和现场比赛。

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和电子版设计计算说明书：纸质版（一式5份），其内容要求如下：

（1）说明书封面必须印有各参赛代表队团队名称，队长及所有成员的姓名、专业、学校、指导教师、联系电话，队长需在名字后面注明“队长”二字；

（2）设计中所使用的材料参数，包括获得参数的方法（试验室测试、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和学生证扫描件，以附录的形式放在任一说明书后，需注明；

（9）计算说明书格式要求：

① 篇幅应控制在20页以内（不包括封面、目录、附录和参考文献），双面打印；

② 行距20磅、宋体小四号文字，Times New Roman小四号数字；

③ 封面后页眉统一为“第五届全国城市地下空间工程专业大学生模型设计计算说明书”，字体为小五号；页脚居中设置页码。

2. 建筑设计模型

本次比赛各参赛代表队应提交一榀建筑设计段即安置管架并适当装饰的一榀结构段，其内外轮廓应与说明书、比赛加载模型一致，以用来展示建筑设计形式并检验其是否满足使用功能要求。要求如下：

（1）建筑设计模型结构应与加载结构模型一致；

（2）建筑设计模型不限制作材料；

（3）建筑设计模型与计算说明书同时提交。

3. 现场比赛

(1) 装配式多舱室综合管廊模型制作

各参赛代表队应在规定时间内使用由承办方提供的材料（模型制作工具自备）进行模型的制作，制作拼装时间为 5 小时，一旦超过 6 小时按弃权处理。制作完工后，举手示意工作人员，工作人员检查每榀模型是否满足要求，满足要求则让选手拼装模型，拼装完成后称量质量，模型两端包裹好防水层并测量模型体积。测量完成后确定测点并施作模型外壁。

注：工作人员检测时间不计入制作拼装时间，选手制作、拼装及施作端口防水层都计入制作拼装时间。称重只包括各榀结构段及对应的防水层，不包括端口包裹的防水层及白卡纸外壁，端口防水层施作要求与结构段防水层要求相同，但是白卡纸外壁剪裁成型应在模型制作环节完成。

(2) 模型安装

各参赛代表队按比赛前抽取的出场顺序，在模型箱中安装管廊模型，模型安装时间 30 分钟。安装过程如下：

- ① 据模型设计情况，在模型箱中填入湿的基层砂；
- ② 将模型纵向平面居中放置，顶部距模型箱口 150mm；
- ③ 湿砂加满加载箱并平整湿的标准砂顶面，加入适量水直至泄水孔有水流出，为加载试验做好准备。

模型安装过程中，工作人员协助现场裁判对模型安装效果进行复核，复核项目包括：

- ① 模型位置必须居中，顶部距加载箱口 150mm；
- ② 测线必须竖直；
- ③ 模型任一部位禁止与加载箱内外壁有任何连接。

注：复核合格后方可进行加载试验。

(3) 现场加载试验

- ① 连接竖向拉线位移传感器；
- ② 在模型砂土顶部均匀放置共 40kg 荷载作为初载，位移数据清零，模拟路面荷载，持续 2 分钟；
- ③ 在模型任一侧堆放一次所报荷载，持续 2 分钟；
- ④ 在模型同一侧堆放二次所报荷载，持续 2 分钟。

注：三次加载过程中，模型未出现垮塌、杆件破坏、位移超限等极限状态的所受最

大荷载为最终有效加载成绩。

(4) 加载试验失败判定

在整个加载过程中，发生以下情形之一者，将视为加载失败，结束加载试验：

- ① 模型结构发生破坏而不能继续承担荷载；
- ② 位移测点在进行实时位移测试时，任何一点实测位移量超过规定限值（15mm）。
- ③ 模型结构在加载过程中任何部位持续漏水，漏砂。

八、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）、模型制作拼装时间（10 分）、模型安装时间（5 分）、模型体积设计（15 分）和模型加载试验（60 分）共五个方面。

(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) 模型制作拼装时间（10 分）

模型安装时间 10 分，主要扣分项和评判标准如下：按时完成，时间为 5 小时以内，得 10 分；此后每超过 6 分钟，扣 1 分，直至扣完。

(3) 模型安装时间（5 分）

模型安装时间 5 分，主要扣分项和评判标准如下：按时完成，时间为 30 分钟以内，得 5 分；此后每超过 2 分钟，扣 1 分，直至扣完。

(4) 模型体积设计（15 分）

模型体积是类比工程的土方开挖量，其总分为 15 分，主要评判标准如下：

在所有比赛结束后，模型体积最小的参赛队得分为 15 分，模型体积最大的参赛队得分为 5 分，其他参赛队得分按式（1）计算，即

$$R_i = 5 + \frac{k_i - k_{\min}}{k_{\min} - k_{\max}} \times 10 \quad (1)$$

式中： R_i 为第 i 支参赛队得分； k_i 为第 i 支参赛队的模型体积， k_{\min} 为所有完成参赛队中模型最小体积， k_{\max} 为所有完成参赛队中模型最大体积。

(5) 模型加载试验（60 分）

加载成绩总分为 50 分，主要评判标准如下：

在所有比赛结束后，模型最大承受荷载与模型质量比值最大的参赛队得分为 60 分，模型最大承受荷载与模型质量比值最小的参赛队得分为 10 分，其他参赛队得分按式(2)计算，即

$$R_i = 10 + \frac{k_i - k_{\min}}{k_{\max} - k_{\min}} \times 50 \quad (2)$$

式中: R_i 为第 i 支参赛队得分; k_i 为第 i 支参赛队的模型最大承受荷载与模型质量之比, k_{\min} 为所有完成参赛队中模型最大承受荷载与模型质量之比最小值, k_{\max} 为所有完成参赛队中模型最大承受荷载与模型质量之比最大值。

九、提交与加载程序

- (1) 各参赛队伍按签到顺序提交模型（如不合格则需当场修改）。
- (2) 现场工作人员对模型的尺寸校核及外观检查。
- (3) 精确称量作品的质量、体积，单位分别以克、毫升计（精确到 0.1g、0.1L）。
- (4) 比赛当天，参赛代表队按签到顺序加载，当前一个代表队比赛结束并清理好试验场地后便可进行支护模型的安装。
- (5) 安装模型现场检查合格后，准备进行分级加载。
- (6) 开始分级加载，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重量，核对无误后，队长签字确认。

十、附则

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%。

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决赛代表队；

(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) 违反本竞赛说明书相关要求的其他事项；

(6) 经竞赛评审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竞赛组委会，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 第五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	
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