

大学生结构设计竞赛的赛题设计与实践

黎永索

(湖南城市学院 土木工程学院,湖南 益阳 413000)

摘要:为了提高大学生培养质量,探索学科竞赛在高校人才培养中的作用,提高土建类大学生结构设计竞赛的命题与组织水平,为土建类专业学科竞赛营造一个公平的竞争环境,文章结合湖南省第二届大学生结构设计竞赛的命题设计和比赛实践,分析了竞赛规程和赛题设计的特色与创新点,探讨了促进竞赛公平的措施和竞赛规程的不足。实践表明,结构设计赛题对指导教师和参赛学生都是一个挑战,学科竞赛需要工程理论与实践相结合,评分标准和权重需要深入探讨。

关键词:学科竞赛;结构设计;土木工程;实践教学

中图分类号:G642.461;TV318

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2014)05-0123-05

中国经济经过多年发展已进入新的历史时期,国家对高校培养应用型人才提出了新的要求,希望通过培养数以亿计的工程师、高级技工和高素质职业人才,提高中国制造和中国装备的市场竞争力,进一步促进经济提质增效升级,满足人民群众生产生活多样化的需求^[1-3]。以探索培养大学生创新意识、合作精神和工程实践能力为目的的学科性竞赛,为高等学校开展创新教育和实践教学改革、加强高校与企业之间的联系、推动学科创新活动起了积极的示范作用。因此从国家级到省级的学科性比赛,都得到了相关高校的积极响应^[4-7]。湖南省第二届大学生结构设计竞赛于2013年12月6~9日在湖南城市学院举行,对此次竞赛的赛题设计和比赛实践进行总结与研究,对促进学科竞赛在土建类应用型人才培养中发挥更大的作用具有积极意义。

一、赛题简介

湖南省第二届结构设计竞赛题目为“承受竖向偏心静荷载的对称木质结构模型设计与制作”,结构类型不限。该命题追求的是用最少的材料,制作最佳的结构模型,最大限度发挥材料的力学性能,体现了节能环保的理念。

(一)结构设计的基本要求

结构模型尺寸按照空间直角坐标投影(偏差限为2.0 mm),模型宽度为300~400 mm,模型最大高度为100 mm,模型最小长度为1 200 mm(加载跨度 $l=1\ 200\text{ mm}$);模型横截面具有竖向对称轴,模型具有纵向对称面;模型总质量不超过2 000g(偏差限2g)。

收稿日期:2014-05-30

基金项目:2013年湖南省普通高等学校教学改革研究项目(No.380);湖南省科技计划项目(2014SK3180)

作者简介:黎永索(1974-),男,湖南城市学院土木工程学院副教授,博士,主要从事土木工程教学与研究,(E-mail)liyongsuo@126.com。

(二) 模型制作的基本要求

由竞赛组委会现场统一提供相同规格的房屋装修材料,红梨木线条作为结构模型制作材料,其长、宽、厚分别为 2 200 mm、12 mm、4 mm。现场统一提供相同规格型号的模型制作工具,包括美工刀、钢锯、锯条、3 m 钢卷尺、60 cm 直尺、三角板、2B 铅笔、白纸、砂纸、502 胶、手套。

在指定时间和地点现场制作模型,结构模型制作必须且只能使用竞赛筹备工作组现场统一提供的制作材料和工具制作模型。现场制作的模型必须与提交的设计文件一致,在模型上表面标示模型的跨中截面和纵对称面位置,以便加载。

(三) 加载装置与加载要求

1. 模型加载装置

模型加载装置及加载效果如图 1,模型加载为简支加载方式,支座为两根外径 20 mm 的钢管,一根固定,一根可滚动,支座跨度 1 200 mm,加载位置为模型跨中截面。

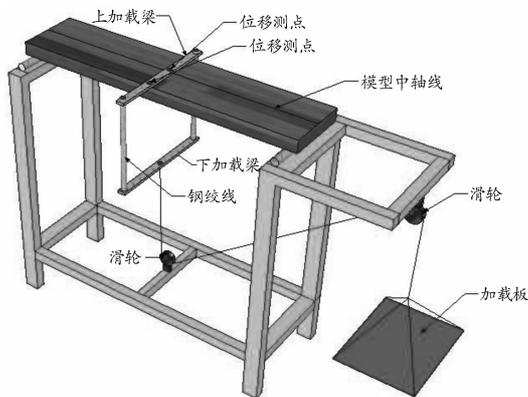
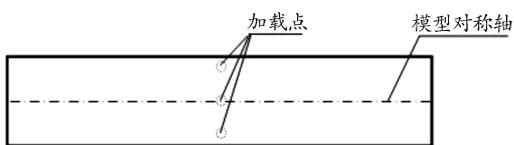
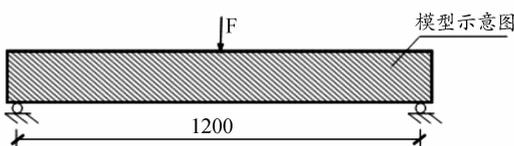


图1 加载效果图

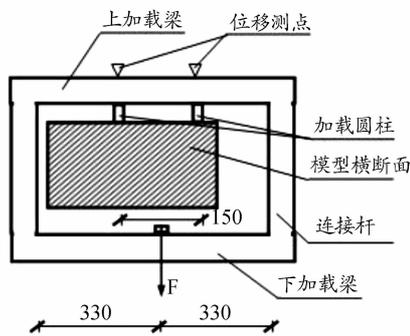
模型加载平面如图 2(a) 所示,模型加载立面如图 2(b) 所示,模型加载剖面如图 2(c) 所示,上下加载梁平面图分别如图 2(d)、图 2(e) 所示。上下梁之间采用钢杆刚性连接成框架,下加载梁通过钢绞线经变换方向后与加载吊篮连接,如图 1 所示。



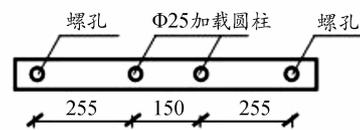
(a) 模型平面示意图



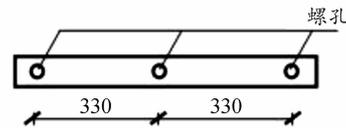
(b) 加载纵断面示意图



(c) 加载横断面示意图



(d) 上加载梁平面图



(e) 下加载梁平面图

图2 加载示意图 (单位:mm)

在上梁上设置有 2 个加载点(加载点为长 20 mm,直径 25 mm 的实心金属短圆柱体,间距 150 mm),一个点作用于模型跨中截面对称轴上,另一个点作用于模型跨中截面离对称轴 150 mm 处。2 个位移测点布置在相应加载点位置的上梁上表面。

2. 模型加载方式

加载总重量包括加载框架及吊篮重量约 8.5 kg 和砝码 150 kg。加载框架及吊篮重量作为预加载,吊篮安装后位移计清零。模型跨中布置 3 个加载点,如图 2(a) 所示,由各校选派的学生监督代表指定其中的两个加载点位置加载(目的是确定模型是否纵向对称),可以指定最弱点加载,参赛队不得有异议。监督代表与参赛模型为同一学校的采用回避制。

每件参赛模型分二级加载(加载只能单调增加荷载,不允许先卸载后加载),第一级加载 100 kg,第二级加载 50 kg。加载吊篮稳定 15 秒后,位移计清零。每级加载保持 20 秒后,读取相应级别位移。两级加载砝码的时间间隔不得超过 40 秒。

3. 加载及测试

将结构固定在加载台上,稳定后进行砝码加载;加载成功后测挠度;保留荷载,进行下一级的加载;加载结束。

加载过程由参赛队自己完成;加载过程只允许

加载圆柱底面接触模型;加载不可以撤销,一旦砝码完全接触到加载吊篮,就必须加载下去,不可返回操作,由工作人员监督。

(四)模型合格性与雷同性评审

(1)加载前由竞赛评比委员会对模型进行合格性评审。使用了比赛规定以外的材料、超出模型限制尺度,以及其他不适应赛事主办方提供的检测装置的模型视作不合格模型,不合格模型不予加载机会。

(2)同一参赛学校模型的雷同性评判由竞赛评比委员会投票表决,在加载前对同一个参赛学校的模型进行雷同性审查。同一学校的模型雷同性定义为主要的结构体系相同,同一参赛学校结构模型形式由竞赛评比委员投票表决,超过50%的专家投票认为雷同的则认定雷同,认为雷同的模型允许全部加载,但只取其中成绩最好的模型,其他雷同的模型取消成绩。

(五)模型加载试验

(1)加载分二级,由各竞赛组学生自己操作,工作人员协助。

(2)位移测量:位移测量由工作人员读数并记录,记录表一式两份,一份交评委组,一份由竞赛组保存。

(3)操作要求:在跨中截面设置两个竖向位移测量点,测试设备为电子位移计及相关采集仪,位移精确到0.01 mm;当测点竖向位移超过位移计量程(量程为50.00 mm)时,视为模型加载失败。如果是第一级荷载下位移超过量程,则该模型无位移成绩。如果是在第二级加载下超过位移量程,则第一级为有效加载,第一级荷载位移成绩作为评奖候补。

(六)竞赛评分细则

总分为100分,分三项计分,其中理论分析10分,结构体系与模型制作10分,加载试验80分,按照总分确定排名。

1. 理论分析评分

按设计说明书、方案图和计算书内容的完整性、正确性评分。理论分析由竞赛评比委员会在结构模型加载前进行评定。

评分前每件结构模型的设计资料隐去任何有关参赛单位(参赛队)的信息,只标注由竞赛筹备工作组统一提供的分组序号。评分方式采取去掉最高分、最低分后,得分取平均值。

2. 结构体系与模型制作评分

根据模型结构的构思、造型和结构体系的合理性、实用性和创新性,以及制作工艺情况评分。评分前,每件结构模型只标注统一提供的分组序号,由竞赛评比委员会在结构模型加载前进行评定。评分方式采取去掉最高分、最低分后,得分取平均值。

模型重量、模型尺寸及材料使用不符合设计制作要求的,或参赛中有其他违规现象的将直接被淘汰,不进入加载试验阶段。

3. 加载试验评分标准

完成加载试验的模型,按以下方法计分:

模型重量分 S_1' : S_{1max} 为参赛结构模型中最大荷重比,其他参赛模型得分为:

$$S_1' = \frac{S_1}{S_{1max}} \times 100 \quad (1)$$

其中, S_1 值按下列公式计算:

$$S_1 = \frac{\text{最大竖向承载力(kg)} \times 1\,000}{\text{模型重量(g)}} \quad (2)$$

变形控制分 S_2' : S_{2max} 为参赛结构模型中最小变形对应的计算值,其他参赛模型得分

$$S_2' = \sqrt{\frac{S_2}{S_{2max}}} \times 100 \quad (3)$$

其中, S_2 值按下列公式计算:

$$S_2 = \frac{1}{f_1 + f_2} \quad (4)$$

式中 f_1 f_2 分别为2个测点的竖向位移绝对值。

参赛结构模型加载试验总得分

$$S = S_1' * 50\% + S_2' * 30\% \quad (5)$$

二、赛题创新性分析

(一)加载试验的创新性

赛题设计来源于工程实践,荷载模拟汽车偏心荷载静止作用在桥梁上,需考虑桥梁的横向分布系数。为简化试验,仅模拟2个轮压,考虑结构模型的高度限制,结构模型整体主要考虑承受弯矩和扭矩作用,结构的多样性与复杂性给设计提出了更多的想向空间,可以激发学生的创新性与创造性。

(二)加载装置的创新性

为确保加载试验装置的安全、稳定性,实现加载试验的公平性,命题组通过深入分析,研究出一种安全性高、操作简单的多功能结构模型试验装置,并申报了专利“建筑结构模型实验装置”。该装置通过滑动滑杆和改变加载梁上加载金属圆柱的位置,可进行多种方式的加载实验。采用该装置进行实验,操

作简单,加载功能多,容易实现结构设计竞赛的目的,效果好,成本低。

(三) 评审创新性

湖南省大学生结构设计竞赛已经举行多次,由于制定的规则欠严谨,很多学校过于追求竞赛的成绩,常利用规则的漏洞获取理想的成绩。比赛中同一所学校的参赛队伍制作的模型雷同率非常高,限制了学生创新性的发挥,比赛结果也常受到质疑,没有达到竞赛的目的。此次竞赛规程明确提出在比赛前对竞赛模型进行合格性与雷同性评审,将争议解决在比赛前。同时,通过雷同性评审也促使同一所学校的各代表队发挥创意,避免雷同。有了雷同性评审的要求,比赛过程中没有出现同一所学校有雷同性结构模型的现象,比赛比往年更具创新性,也更加精彩。

三、作品创新性解析

(一) 特色制作工具

比赛指定了比赛制作工具,不能自带工具进场。吉首大学的参赛队伍利用提供的工具制作的微型刨子是仿照木工的刨子制作而成的(图3),获得专家和学生的的好评。“工欲善其事,必先利其器”,由于工具的优越性,吉首大学的学生制作模型时得心应手,制作的模型也是最轻的,具有很大的优势,加之准备充分,最终获得优异的成绩。

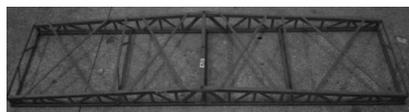


图3 用自制刨子加工木条

(二) 特色结构模型分析

参赛要求制作的是一个承受偏心荷载的空间结构,其力学分析不能简单地简化为平面结构,不能精确计算,用软件计算对参赛选手的要求较高,给结构模型的设计和制作增加了难度。从获得较好成绩的作品来看,纵向2品桁架较3品桁架具有优势,而湖南城市学院3个参赛作品(图4)特色明显。3个作品各具特色,不具雷同性,图4(a)空间结构受力明显,结构轻盈;图4(b)和图4(c)有异曲同工之妙,均

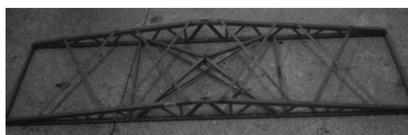
有将中间受力点上的荷载向纵向承重桁架的支座移动的特点,可以有效减小纵向承重桁架的跨中的弯矩和变形。类似简支梁受力与弯矩图见图5。



(a) 参赛作品“追逐”

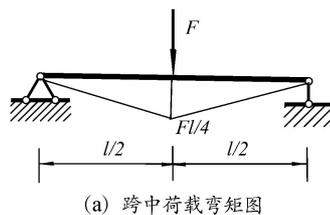


(b) 参赛作品“求解X”

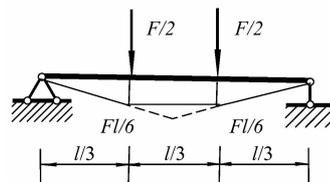


(c) 参赛作品“金字塔”

图4 湖南城市学院参赛作品



(a) 跨中荷载弯矩图



(b) 1/3跨荷载弯矩图

图5 简支梁荷载等效与弯矩图

(三) 参赛策略性分析

结构模型是现场制作,各参赛队伍选手之间可以相互交流和借鉴。长沙理工大学的几只参赛队伍在模型制作的时候,都是先制作3品桁架,最终只拼装了2品桁架,这时作品制作已经进入尾声,不可能再进行调整,达到了误导别人的目的。长沙理工大学的参赛作品都比较轻,取得的综合成绩也最好。此外,还有几所学校采取的思路颇具孙膑赛马的策略,参赛作品的模型重量差别明显,以期在比赛中获得预期效果。

四、结语

(1) 结构设计赛题对指导教师和参赛学生都是一个挑战。结构模型超常规设计与制作是制胜的关键因素之一,没有创新性的作品,很难从众多参赛作品中脱颖而出。作品的创新性,需要发挥指导教师

和参赛学生的智慧。

(2)理论与实践相结合具有重要意义。赛题不同于一般的工程实践,光有理论是不够的,需要经过不断的实践,在实践中发现问题,再设法解决问题。综合成绩比较好的几所高校,都是比较注重实践操作的,准备也非常充分。

(3)模型重量分与变形控制分权重的合理性。作为赛题命题方,期望比赛能够反映低碳理念,但对结构的强度和刚度的计算权重确定不尽合理。基于制作模型的木材离散性较大,且没有进行详尽的实验分析,模型重量计分权重为45%,变形控制分权重为35%,其权重的合理性有待进一步探讨。

参考文献:

[1] 卢惠民,李迅,徐晓红,等.合作学习教学模式在学科竞

赛中的应用研究[J].高等教育研究学报,2013,36(3):80-82.

[2] 张学敏.学科竞赛驱动下的大学生自主开放实验创新探索[J].现代教育技术,2013,23(5):113-116.

[3] 薛艳茹,刘敏,赵彤,等.依托学科竞赛提高地方院校大学生创新能力[J].实验技术与管理,2013,30(6):170-173.

[4] 程涛.结构模型竞赛与土木工程应用型人才的培养[J].实验技术与管理,2010,27(5):133-136,139.

[5] 柏连阳,蒋建初,盛正发.基于学科竞赛的新建本科院校技术创新人才培养探析[J].中国高教研究,2010,(8):65-67.

[6] 王素坤.竞教结合提升学生科技创新能力的实践[J].中国高校科技与产业化,2010,(9):48-49.

[7] 蔺永政,朱红岩.学科竞赛促进计算机类创新型人才培养和深化实践教学改革的探讨[J].大学教育,2013,(6):114-115.

Design and practice of the undergraduate structural design competition

LI Yongsuo

(School of Civil Engineering, Hunan City University, Yiyang 413000, P. R. China)

Abstract: In order to improve the undergraduates' training quality, the role in the competition of talent cultivation in colleges and universities was explored, the proposition and organizational level of civil engineering structure design competition were improve, and a fair competition environment in civil engineering disciplines was build. Combined with the proposition design and game practice hosted the second session of the university student structural design competition in hunan province, the competition rules and the problem characteristics and the innovation points of contest problems design were analysis, to discuss the measures to promote fair competition and the lack of competition rules. The practice shows that it is a challenge to take part in the course contests of structural design for both guide teacher and students, which needs the theory and practice of engineering be combined, criteria and weight of scoring be discussed.

Keywords: course contests; structure design; civil engineering; practice teaching

(编辑 王 宣)