

浙江省第十六届 大学生结构设计竞赛 作品集锦

主编 姚 谏 罗尧治



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

浙江省第十六届大学生结构设计竞赛作品集锦

主编 姚 谏 罗尧治



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

浙江省第十六届大学生结构设计竞赛作品集锦/姚
谏, 罗尧治主编. —杭州: 浙江大学出版社, 2018. 6
ISBN 978-7-308-18325-3

I. ①浙… II. ①姚… ②罗… III. 建筑结构—结
构设计—作品集—中国—现代 IV. ①TU318

中国版本图书馆CIP数据核字 (2018) 第128853号

浙江省第十六届大学生结构设计竞赛作品集锦

主编 姚 谏 罗尧治

责任编辑 杜希武
责任校对 侯鉴锋
封面设计 周 灵
出版发行 浙江大学出版社
(杭州市天目山路 148号 邮政编码 310007)
(网址: <http://www.zjupress.com>)
排 版 浙江时代出版服务有限公司
印 刷 浙江省邮电印刷股份有限公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 11.25
字 数 187千
版 印 次 2018年6月第1版 2018年6月第1次印刷
书 号 ISBN 978-7-308-18325-3
定 价 98.00元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行中心联系方式: (0571) 88925591; <http://zjdxcs.tmall.com>

编写委员会

主 编：姚 谏 罗尧治

副 主 编：毛一平 李 珏 吴章土 丁元新

编 委：（按姓氏笔画排序）

刘 端 李星乔 沈 骅 张 蕾 张智卿

金 晖 赵 阳 姚琦瑛 楼旦丰

作品点评：浙江省大学生结构设计竞赛专家委员会委员

审 编：浙江省大学生结构设计竞赛委员会秘书处

编写说明

2017年5月5日,浙江省第十六届“鸿翔杯”大学生结构设计竞赛暨全国大学生结构设计竞赛浙江省分区赛在浙江树人大学拱宸桥校区拉开帷幕。本次大赛由浙江省大学生科技竞赛委员会主办,浙江大学、浙江树人大学承办,得到了浙江鸿翔钢结构有限公司的大力支持。来自浙江省48所高校的100支队伍,以及来自台湾地区和香港特别行政区3所高校的4支特邀队伍参加了竞赛。

本次大赛以“不等跨两跨桥梁结构设计与模型制作”为题,参赛队伍需用规定的竹材制作一个缩小版桥梁模型,并在加载环节牵引重达10kg(一级加载)或12kg、14kg、16kg(自选二级加载)的小车在30~60s内从模型一端到达另一端,行驶过慢或过快均扣除相应分数。在满足小车成功通过且桥梁模型保持完好的前提下,模型重量轻者为优。竞赛内容包括:理论方案、模型制作、陈述与答辩、加载试验等。在三天时间里,参赛师生以创新、协作、实践为宗旨,遵循公平、公正、公开的原则,按照大赛规则、时间安排和具体要求,保持沉着冷静、和谐共赢的良好心态参与比赛,确保模型制作安全与人身安全,实现了团队预期目标。

浙江省大学生结构设计竞赛是以培养当代大学生创新思维、创新意识、团队意识和实践能力为宗旨的高水平学科竞赛,至今已成功举办十六届。比赛不仅能更好地将课堂理论学习与实际工程实践紧密结合起来,还对培养学生们的创新意识、合作精神和工程实践能力起到积极的推动作用。同时也搭建了一个互相学习、共同提高的大平台,提升了校园学术氛围,让创意和灵感在结构的世界里汇聚与碰撞,让更多青年人汇聚起来,展示才华、提升能力、放飞思维。

为进一步总结和推广竞赛成果,在浙江省教育厅高教处、竞赛专家委员会和秘书处的指导下,首次从本届104个参赛队的作品中精选出79个作品撰写汇编成《浙江省第十六届大学生结构设计竞赛作品集锦》,集中介绍竞赛历程、本届竞赛组织机构、参赛作品、参赛高校、竞赛访谈等内容。对精选的参赛作品,分别从设计思想、方案选型设计以及计算分析等方面进行详细阐述,并由本届竞赛专家针对作品的创新点或特色做简要点评。为节省篇幅,删除了特等奖和一等奖作品以外作品的“计算分析”。

希望通过对作品创新理念的总结和提炼,为高等院校土木工程和建筑设计专业的师生或感兴趣的其他学科的广大师生提供经验,使作品成为高校结构设计类创新案例教学实例。相信本书的出版,不仅对今后竞赛的组织、管理和命题等有一定的实际参考价值,对竞赛指导老师和参赛学生也具有较好的指导参考意义。

由于时间仓促,在编写过程中难免存在不足之处,敬请谅解和指正。

《浙江省第十六届大学生结构设计竞赛作品集锦》编写委员会
2017年12月

目 录

第一部分 浙江省大学生结构设计竞赛介绍

竞赛历程与简介 1

竞赛组委会致辞 3

竞赛组织机构 4

第二部分 竞赛通知与获奖名单..... 6

第三部分 部分参赛作品及专家点评..... 25

本科组

1. 浙江工业大学——逆千钧（特等奖） 25

2. 浙江工业大学——四月钢桥（一等奖） 27

3. 台州学院——稳如泰山（一等奖） 29

4. 浙江树人大学——天空之城（一等奖） 31

5. 浙江工业大学——蝉翼安济（一等奖） 34

6. 宁波工程学院——小鲤鱼（一等奖） 37

7. 绍兴文理学院元培学院——泰坦尼克号（一等奖） 39

8. 浙江树人大学——珞珈（一等奖） 41

9. 丽水学院——三市桥（二等奖） 44

10. 绍兴文理学院——望天桥（二等奖） 45

11. 浙江海洋大学——炎炎火（二等奖） 46

12. 丽水学院——三省桥（二等奖） 47

13. 浙江大学——桥坚强（二等奖） 48

14. 宁波大学科技学院——竹龙凌波（二等奖） 49

15. 浙江科技学院——芒果布丁（二等奖） 50

16. 浙江海洋大学——稳如磐石（二等奖） 51

17. 宁波大学——平行维（二等奖） 52

18. 浙江大学城市学院——机灵鬼（二等奖） 53

19. 浙江师范大学——17同心（二等奖） 54

20.	宁波大学——聘逸桥（二等奖）	55
21.	浙江农林大学——伐木小分队（二等奖）	56
22.	嘉兴学院南湖学院——断龙桥（二等奖）	57
23.	宁波大红鹰学院——座头鲸（二等奖）	58
24.	嘉兴学院南湖学院——瞧瞧巧桥巧（三等奖）	59
25.	衢州学院——康衢桥（三等奖）	60
26.	温州大学——造梦桥（三等奖）	61
27.	浙江理工大学——安济小桥（三等奖）	62
28.	浙江树人大学——通济（三等奖）	63
29.	浙江理工大学——胖大海（三等奖）	64
30.	浙江海洋大学东海科学技术学院——似水年华（三等奖）	65
31.	浙江水利水电学院——中天桥（三等奖）	66
32.	浙江农林大学暨阳学院——一座桥（三等奖）	67
33.	绍兴文理学院——二零九（三等奖）	68
34.	宁波工程学院——挺筑（三等奖）	69
35.	浙江大学——桥无敌（三等奖）	70
36.	绍兴文理学院元培学院——不同凡响（三等奖）	71
37.	浙江大学——齐翼翱桥（三等奖）	73
38.	温州大学——汪玉大桥（三等奖）	74
39.	浙江师范大学行知学院——虹飞百尺（三等奖）	75
40.	浙江大学城市学院——大魔王（三等奖）	76
41.	宁波大学科学技术学院——人来人往（三等奖）	77
42.	浙江师范大学行知学院——颠簸迹（三等奖）	78
43.	浙江师范大学——双陇会（三等奖）	79
44.	浙江农林大学——植树小分队（三等奖）	80
45.	浙江大学宁波理工学院——理工一队（三等奖）	81
46.	同济大学浙江学院——铁三角（三等奖）	82
47.	浙江科技学院——不等跨桥（参赛奖）	83
48.	浙江工业大学之江学院——曲多多（参赛奖）	84
49.	宁波大红鹰学院——小马过河（参赛奖）	85
50.	嘉兴学院——暮山桥（参赛奖）	86
51.	温州大学瓯江学院——桥归桥（参赛奖）	87

大专组

52.	浙江工业职业技术学院——走浙桥（特等奖）	88
53.	嘉兴南洋职业技术学院——步云桥（一等奖）	91
54.	湖州职业技术学院——小乔初嫁（一等奖）	93
55.	浙江工业职业技术学院——桥步思（一等奖）	96
56.	浙江同济科技职业学院——鼎水之梁（二等奖）	99
57.	台州职业技术学院——闯码头（二等奖）	101
58.	台州职业技术学院——鑫征成（二等奖）	102
59.	浙江同济科技职业学院——水之柱（二等奖）	103
60.	金华职业技术学院——水竹情深（二等奖）	105
61.	绍兴职业技术学院——雏蜂之翼（二等奖）	106
62.	绍兴职业技术学院——彼岸重生（二等奖）	107
63.	浙江交通职业技术学院——We can fly（三等奖）	108
64.	湖州职业技术学院——汉东瑞金（三等奖）	109
65.	义乌工商职业技术学院——建一座桥（三等奖）	111
66.	杭州科技职业技术学院——筑梦钱塘（三等奖）	112
67.	浙江建设职业技术学院——砾石途往（三等奖）	113
68.	嘉兴南洋职业技术学院——星势桥（三等奖）	114
69.	杭州科技职业技术学院——竹渡天堑（三等奖）	115
70.	义乌工商职业技术学院——工匠精神（三等奖）	116
71.	温州职业技术学院——探河1号（三等奖）	117
72.	浙江交通职业技术学院——有点意思（三等奖）	118
73.	温州职业技术学院——探河2号（三等奖）	119
74.	浙江建设职业技术学院——仙女桥（参赛奖）	120
75.	金华职业技术学院——思熟大桥（参赛奖）	121

境外组

76.	香港科技大学——腾龙	122
77.	正修科技大学——菱角桥	124
78.	逢甲大学——太极	126
79.	逢甲大学——点竹成精	128

第四部分 竞赛活动实记

专家命题研讨与审定会 130

竞赛筹备工作协调会 132

参赛队报到 133

竞赛开幕式 135

赛前说明会 135

竞赛现场模型制作 136

现场模型加载比赛 140

竞赛闭幕式暨颁奖大会 141

第五部分 竞赛访谈与报道

管理者访谈 143

参赛队师生采访 147

志愿者风采 150

媒体聚焦 152

竞赛简报 153

第六部分 参与单位简介

浙江树人大学简介 161

浙江树人大学城建学院简介 162

赞助单位简介 165

附 录

赛徽解读 168

参赛高校 169

浙江省第十六届大学生结构设计竞赛专家委员会和秘书处合影 171

浙江省第十六届大学生结构设计竞赛师生合影 172

第一部分 浙江省大学生结构设计竞赛介绍

竞赛历程与简介

2000年,浙江大学举办了首届校级大学生结构设计竞赛,旨在为高校第二课堂构建和营造一个良好的工程教育创新环境和氛围,为本科生搭建一个充分展示理论与实践创新结合能力的学科竞赛平台,从而培养和提高大学生工程设计创新能力。在此基础上,为使这一竞赛拓展成为全省高校大学生学科竞赛项目,经浙江省教育厅高教处批准,浙江大学作为浙江省高校大学生结构设计竞赛秘书处单位,按照浙科竞〔2002〕3号文件通知精神,于2002年组织承办了第一届浙江省大学生结构设计竞赛。

2004年,浙江大学等九所高校进一步倡导在全国高校开展大学生结构设计竞赛,经教育部高教司批准,浙江大学继而成为全国大学生结构设计竞赛秘书处单位,2005年组织承办了第一届全国大学生结构设计竞赛。

从最早的浙江大学校级竞赛,拓展成为省级和国家级竞赛项目,大学生结构设计竞赛构建了结构设计类的三级学科竞赛体系。竞赛成果在浙江大学申报《大力推进SRTP和学科竞赛、培养学生实践创新能力》(2005年)、《构建研究性学习“四大平台”,培养学生实践和创新能力》(2009年)和《学科竞赛激发学生活力之浙江二十载探索实践》(2014年)实践教改项目时作为学科竞赛佐证材料,帮助项目先后荣获浙江省教学成果一等奖和国家教学成果二等奖。

目前大学生结构设计竞赛已经形成了科学规范、公平公正、积极参与、成效显著的特色品牌竞赛项目。竞赛过程包括资料查找、理论方案设计、力学分析、实验测试、模型制作、理论陈述与答辩、现场模型加载等环节,极大地调动了大学生的兴趣性、主动性、研究性和创新性,从而进一步激发了大学生的创新意识、挑战精神和实践工程创新能力,竞赛已成为深受大学生喜爱的学科竞赛活动之一。

浙江省大学生结构设计竞赛由浙江省教育厅高教处和浙江省高校大学生科技竞赛委员会主办,除了浙江大学为固定第一承办单位外,其余各高校轮流承办,企业资助协办,于每年5月中旬举行。该项竞赛从2002年至2017年已成功举办了十六届。第一届、第二届、第十届由浙江大学独立承办,第三届由宁波大学承办,第四届由浙江科技学院承办,第五届由绍兴文理学院承办,第六届由浙江工业大学承办,第七届由浙江师范大学承办,第八届由浙江理工大学承办,第九届由温州大学承办,第十一届由宁波工程学院承办,第十二届由浙江建设职业技术学院承办,第十三届由嘉兴学院承办,第十四届由浙江大学宁波理工学院承办,第十五届由浙江农林大学承办,第十六届由浙江树人大学承办。特别值得一提的是,从2011年浙江大学承办的第十届竞赛开始,比赛打破了以往参赛队伍携带模型直接参赛的方式,采用全国大学生结构设计竞赛组织方式,实现参赛学生在“同一题目、同一时间、同一地点、同一材料、同一场地、同一工具”下进行比赛,对参赛学生提出了更新、更高、更严、更公平和更公正的要求。浙江省大学生结构设计竞赛因此在组织形式、竞赛命题、评审方式、参赛规模等方面有了全新发展和提高。

2017年，全国大学生结构设计竞赛首次实行各省（区、市）分区赛与全国竞赛两个阶段，浙江省大学生结构设计竞赛秘书处按照《全国大学生结构设计竞赛章程》相关规定，在浙江省第十六届大学生结构设计竞赛中择优选拔出六所高校的参赛队伍参加全国大学生结构设计竞赛。同时按照浙江省教育厅高教处的要求，承办高校浙江树人大学与浙江省大学生结构设计竞赛秘书处共同编写出版《浙江省第十六届大学生结构设计竞赛作品集锦》，创新案例教学，并为今后组织管理结构设计类竞赛提供指导。

浙江省大学生结构设计竞赛以“创新、协同、实践”为竞赛宗旨，遵循“公平、公正、公开”原则，践行“展示才华、提升能力、培养协作、享受过程”竞赛理念，以求进一步推进高校实践教育教学改革，培养大学生创新创造创业意识和团队挑战、协作与工程实践能力，实现“以赛促学、以赛促教、以赛促建、以赛促改、以赛促用”，提升高校人才培养质量。

浙江省大学生结构设计竞赛经历十六年的不懈探索、追求和实践，已形成了一套以土建类等相关学科专业为依托，以基地建设和政策制度为保障，以培养学生创新精神和实践动手能力为目标，采用政府引导、高校搭台、部门主管、教师指导、学生为主体、广泛参与、院（系）负责、基地承办、网站开发、社会资助、成果展示的全新模式和运作机制，积累了一套行之有效的成功经验，取得了显著的人才培养效应，已成为高校实践创新教育教学的特色和亮点，对培养和提高大学生的创新精神、实践能力和高校的人才培养质量起到了积极推进作用。

进入新时代，浙江省大学生结构设计竞赛应在新时代中抓住新机遇，在新目标中迈向新征程，在新作为中实现新成效。在大家的继续努力下，不忘初心、牢记使命，继续前行，坚信浙江省大学生结构设计竞赛定会再创新佳绩。

浙江省大学生结构设计竞赛委员会秘书处
浙江省大学生结构设计竞赛专家委员会
2017年12月

竞赛组委会致辞

春回大地，万物复苏。在生机盎然的季节，浙江省第十六届“鸿翔杯”大学生结构设计竞赛暨全国大学生结构设计竞赛浙江省分区赛在浙江树人大学拉开帷幕，竞赛组委会向参加大赛的境内外 51 所高校代表队、各级领导和各位专家以及各界朋友们表示热烈欢迎与诚挚问候！

作为浙江省高校 32 大类大学生学科竞赛项目之一，浙江省大学生结构设计竞赛自 2002 年创办至今，已成功举办了十五届，今年是第十六届。本项大赛的举办，旨在培养大学生的创新意识与团队精神，提高学生设计能力、动手能力与综合素养，促进各参赛学校间交流与合作，推动高校开展教学改革与育人探索。本届盛会除 48 所省内高校参加外，还特别邀请了台湾地区 2 所高校和香港特别行政区 1 所高校同场竞技比拼。

浙江树人大学城建学院自接受本届大赛承办任务以来，发挥各方力量，从选题优化、装置完善、组织落实等各个方面做了精心准备。时至今日，大赛开启，浙江树人大学全校师生热忱欢迎所有莅临竞赛的领导、专家、老师和同学们与会，并祝愿各参赛队取得好成绩，赛出风格、赛出水平。

在比赛过程中，组委会将秉持公平、公正、公开的原则，为大赛顺利进行提供保障。预祝本届大赛取得圆满成功！

浙江省第十六届“鸿翔杯”大学生结构设计竞赛组织委员会

2017 年 5 月 5 日

竞赛组织机构

浙江省第十六届大学生结构设计竞赛组织单位

主办单位：浙江省大学生科技竞赛委员会
承办单位：浙江大学
 浙江树人大学
协办单位：浙江鸿翔钢结构有限公司（冠名赞助单位）
 杭州邦博科技有限公司（赞助支持单位）
 杭州建研科技有限公司
 武汉优泰电子技术有限公司

浙江省第十六届大学生结构设计竞赛组织委员会

主 任：叶时平 姚 谏（执行）
副主任：金劲彪 宋 斌 金小群（执行）
成 员：陈超祥 董弋芬 邱辉明 陈燮轲 来见祥 金林樵 李立敏
 王 云 郑桂玉 樊华妍 林 涛

浙江省第十六届大学生结构设计竞赛专家委员会

顾 问：金伟良 浙江大学宁波理工学院院长、浙江大学教授
主 任：罗尧治 浙江大学建筑工程学院院长、教授
副主任：赵滇生 浙江工业大学建筑工程学院副教授
委 员：金 振 广厦建设集团股份有限公司总工程师、教授级高工
 陈水福 浙江大学建筑工程学院教授
 蒋建群 浙江大学建筑工程学院教授
 杨俊杰 浙江工业大学建筑工程学院教授
 郑荣跃 宁波大学建筑工程与环境学院院长、教授
 夏建中 浙江科技学院国际处处长、教授
 陈联盟 温州大学研究生部副部长、教授
 夏玲涛 浙江建设职业技术学院建筑工程系教授
 姚 谏 浙江树人大学城建学院院长、浙江大学教授
 陈 鲁 同济大学浙江学院土木工程系副主任、副教授

浙江省大学生结构设计竞赛秘书处

秘 书 长：	陆国栋	全国大学生结构设计竞赛秘书长（兼）
副秘书长：	毛一平	全国大学生结构设计竞赛副秘书长（兼）
	丁元新	全国大学生结构设计竞赛副秘书长（兼）
秘 书：	魏志渊	全国大学生结构设计竞赛秘书（兼）
	姜秀英	全国大学生结构设计竞赛秘书（兼）

第二部分 竞赛通知与获奖名单

浙江省第十六届“鸿翔杯”大学生结构设计竞赛通知

浙江省大学生科技竞赛委员会

浙科竞〔2017〕4号

关于举行浙江省第十六届“鸿翔杯”大学生结构设计竞赛 暨全国大学生结构设计竞赛浙江省分区赛的通知

有关高校：

为了多方面培养大学生的创新思维、实际动手能力和团队精神，增强大学生的工程结构设计与实践能力，提升校园学术氛围，促进浙江省高校大学生创新创业和相互交流与学习，经浙江省大学生结构设计竞赛委员会秘书处研究决定，定于2017年5月5—7日在浙江树人大学举行浙江省第十六届大学生结构设计竞赛暨全国大学生结构设计竞赛浙江省分区赛，现将有关事项通知如下。

一、组织机构

主办单位：浙江省大学生科技竞赛委员会。

承办单位：浙江大学 浙江树人大学。

赞助单位：浙江鸿翔钢结构有限公司。

二、竞赛题目

题目：不等跨两跨桥梁结构设计与模型制作。

竞赛内容：理论方案、模型制作、陈述与答辩、加载试验。

三、参赛对象

参赛对象为浙江省普通高校在校本专科学生，以组队形式参赛，每队参赛学生不得多于3人。

四、参赛名额

浙江大学、浙江工业大学、宁波大学、浙江树人大学参赛名额不多于3个队，其他参赛学校不多于2个队。参赛学校应组织校赛，选拔后参加浙江省比赛，之后由浙江省分赛区秘书处推荐高校队伍参加全国总决赛。

五、竞赛要求

1. 参赛要求

(1) 每个参赛队只能提交一份作品,并用汉字命名(作品名称不得多于4个汉字)。模型名称不得出现参赛学校名称等信息,否则理论方案按零分计。

(2) 每位学生只允许参加一个参赛队,各队应独立完成方案设计与模型制作。同一参赛学校提交的模型与计算书严禁出现雷同,否则酌情扣分。

(3) 各参赛队必须在规定时间内和地点参加竞赛活动,缺席者视自动放弃处理。竞赛期间不得任意换人,若有参赛队员因特殊原因退出,则缺人竞赛。

2. 理论方案要求

(1) 第一部分为方案设计摘要(300字以内);第二部分为模型照片或效果图、主要结构图、计算书等。除封面外,其余各页面上均不得出现参赛学校或个人信息,否则理论方案按零分计。

(2) 参赛队必须在规定时间内将竞赛报名表、参赛人员名单及理论方案送(寄)至规定地点,逾期视自动放弃处理。送审的理论方案(在报到时递交)包括以下内容:

①用A4纸双面打印、装订的理论方案文本一式3份;

②理论方案文件光盘1份(文件保存成pdf格式)。

③用A4纸打印的模型照片或效果图1份。

3. 模型制作

(1) 模型要求

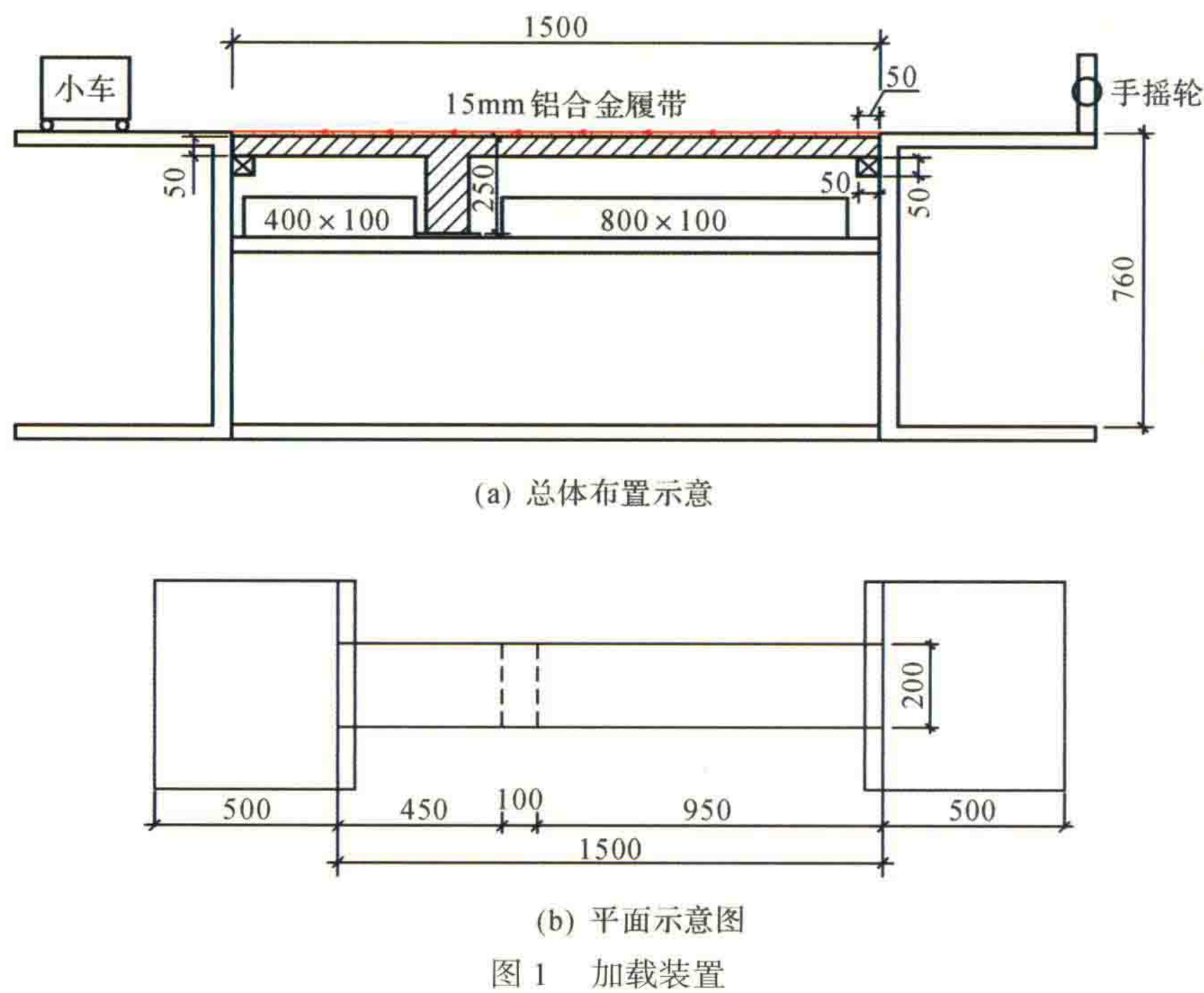
竞赛模型为桥梁模型,具体结构形式要求:模型结构体系不限,可以是拱梁组合体系、梁和桁架组合、拱和桁架组合、悬索和梁组合等;体系可以是静定结构,也可以是超静定结构,可以是无推力结构,也可以是有推力结构。

模型为两跨结构,跨径布置500mm+1000mm,纵向总长1500mm,需要制作桥梁上部和下部结构。

桥梁的类型不限,但必须保证主要承重构件和桥面为连续的,且桥面要求满铺集成竹片以便于铺设加载履带。模型最大水平投影面200mm×1500mm,桥面到桥墩底部总高250mm(误差±5mm)。桥面以上结构高度不限,桥面以下结构高度需满足通航要求:短跨下小船尺寸为400mm×100mm、长跨下小船尺寸为800mm×100mm,如图1所示。模型的纵桥向长度为1500mm(误差±5mm),横桥向宽度为200mm(误差±5mm),两端支座处模型高度50mm(误差±3mm),加载平台、模型以及桥墩尺寸如图1所示。如参赛选手设计了桥面纵坡,则桥面纵坡坡度应控制在3%以内(否则无法牵引小车,无法完成加载,等同于失去比赛资格),并保持桥面平顺、连续。不符合要求的模型直接取消比赛资格。若加载时桥面塌陷导致小车无法行进,或桥面发生破坏,则视为模型加载失败。

模型桥面以上须保证不小于宽180mm、高350mm的桥面通行净空[为单一净空,关于净空的概念详见《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2004)],以用于移动小车加载。整个模型设置3个支座,位于一条直线上。两端支座间距为1500mm[见图1(a)],设置下压板,为模型提供竖向约束,防止模型两头上翘。中间一个支座,截面尺寸最大为200mm×100mm,模型桥墩底面水平投影尺寸应小于中间支座尺寸,中间支座可为桥墩提供竖向约束,但不提供水平约束和转动约束。两端支座高度和间距是固定的,模型只能支

撑在 3 个支座上，加载平台见图 1（b）所示。



（2）模型制作材料及工具

集成竹杆材：规格有 3mm×6mm、3mm×3mm、2mm×2mm、1mm×6mm，每根长 900mm，各 30 根。

集成竹片材：规格 0.5mm×1200 mm×420mm，1 片。

集成竹的力学性能参考指标：密度 0.789g/cm³，顺纹抗拉强度 150MPa，抗压强度 65MPa，弹性模量 10GPa。

棉蜡线：20 米。

胶结材料：502 胶（8g 装），5 瓶。

制作工具：自备（限尺子、简单刀具、砂纸、剪刀、手套、橡皮、笔、纸等），小型电动工具电源自备。

4. 加载测试

加载过程模拟路面不平整，导致过车时桥梁结构震动。

先在模型上满铺一条宽 180mm 的铝合金履带，履带总重 11kg；履带上设置 8 个斜坡障碍，履带布置图见图 2，障碍物的位置及尺寸和履带的尺寸见图 3。再在履带上通过加载小车，小车自重 1500g，小车长 220mm、宽 120mm、高 200mm，小车底板离地高度 50mm，左右轮距 80mm，前后轮轴距 180mm，具体尺寸见图 4。

模型加载分为一级加载和二级加载试验两部分，加载规则如下：

（1）一级加载

参赛选手自行牵引小车从模型一端到达另一端，小车内砝码重量为 10kg。行车方向为从