

第十四届上海交通大学结构设计竞赛

暨华东赛及亚洲赛选拔赛

# 竞赛手册

主办单位

共青团上海交通大学委员会

上海交通大学教务处

承办单位

船舶海洋与建筑工程学院

2016年3月

# 承受地震荷载的桥梁模型设计和制作

## 一、 竞赛宗旨及目的

通过竞赛活动，激发大学生的创新意识，培养大学生的动手实践能力，提高大学生的综合素质，加强学生间的交流与合作。

## 二、 竞赛对象和形式

全日制在校本科生及研究生，交大附中以及徐汇光启创新基地的同学。2至4人组队参赛，各队独立设计制作。提倡跨年级、跨专业组队。

## 三、 参赛要求

各参赛队应独立设计制作，比赛期间不得换人，若有参赛队员因其它原因退出，则缺人比赛。每人只允许参加一个参赛队。

每个参赛队只能提交一份作品，并给作品命名，同时针对作品准备一定的叙述介绍。

各参赛队必须在规定的时间内参加竞赛活动，迟到或缺席者作为自动放弃处理。

## 四、 竞赛内容

本次竞赛要求制作一个“桥”空间结构模型，在单边竖向地震荷载作用下，由参赛选手利用其模型进行“小车过桥”的操作。通过评比模型荷质比评判模型性能。竞赛内容包括以下几部分：模型概念设计、模型制作、模型测试。

## 五、 比赛要求

### (一) 基本说明

1. 利用组委会提供的材料，制作一个模型；结合组委会统一提供

的小车及牵引装置、砝码、桥岸支座，在制作的桥梁上进行3次运输测试，如图 1所示，最后通过综合评判理论方案（10%）、模型工艺（10%）、模型效率（80%）确定最终成绩。

2. 模型测试的荷载是铁质砝码，单块质量为1kg，共10块，参赛队员可按照结构性能自行选取每次加载砝码数量。小车自重1kg，小车自重计入有效荷载值。

### 3. 模型及其他装置尺寸

a) 支撑装置尺寸：桥岸间距为1000mm，宽度200mm，每个桥岸长度600mm。在每个桥岸处伸出宽为20mm，长为280mm的倒L形滑块。滑块滑动时，滑块上沿与桥岸上沿的距离在0~150mm变化，并在需要位置锁死。每侧滑块上装有两个限位装置（长40mm，宽20mm，厚10mm，用C形夹与倒L形滑块固定），相隔距离根据模型宽度在0~200mm范围内调整。出发侧桥岸装有控速电机，带动偏心轮（大圆半径20mm，小圆半径9mm，圆心距5mm）转动从而使该侧桥岸作上下简谐振动。到达侧桥岸外边缘有高350mm，与桥岸同宽的牵引绳方向限制门架。桥下铺有厚度为100mm缓冲垫。如图 2、图 3所示。

b) 小车尺寸：小车车身长200mm，宽100mm，高100mm。车轮为圆柱形辊轴，车轮外径为30mm。前轴距车身体前沿37.5mm，轴距125mm，后轴距车身体后沿37.5mm。小车前端中央处有一个固定点用于连接牵引绳，后端中央处有一个固定点用于连接限位绳（限位绳用处详见赛题后文）。如图 4、图 5、图 6所示。

- c) 模型要求：模型长1000mm，模型桥面宽度不大于200mm，结构形式不限，模型仅可和滑块上表面及桥岸部分侧面接触(如图 1 所示)，并应保证小车可以顺利通过。

## (二) 设计方案

1. 方案的内容应包括：模型的结构概念设计及方案图。结构概念设计部分应包括对方案的构思、造型和结构体系选择及其它有特色方面的说明。方案图应包括模型结构整体布置图和主要构件详图。

2. 理论方案要求用 A4 纸打印，并在比赛前按时交到指定地点，逾期未提交作自动放弃处理。

## (三) 模型制作材料及工具

制作材料为桐木（规格55mm×1mm×1000mm；2mm×2mm×1000mm；2mm×4mm×1000mm；弹性模量为2800MPa，强度为20MPa, 仅供参考）、502胶；工具为砂纸、刻刀、钢尺和铅笔等。不得使用组委会指定以外的其它任何材料，否则，一经查实，直接取消其参赛资格。

## (四) 模型测试过程

1. 各参赛队提交模型；
2. 进行模型尺寸检查；
3. 模型称重并记录各参赛组模型重量 $m_m$ ；
4. 由评委会对各参赛组理论方案及模型工艺进行打分；
5. 根据提交模型时的抽签顺序确定模型测试顺序；
6. 准备测试，队员将自己的模型放置在两侧桥岸上，并进行对中，

由工作人员协助参赛队员将滑块上部限位装置调整到合适位置，以防止模型在加载过程中左右移动。队员调整小车方向与桥平行后，选择本次加载荷载，装载完毕后向裁判示意准备工作完成；

7. 裁判员固定好小车后方的限位绳，打开振动支座控制开关（电机处于1挡工作状态），宣布测试开始并计时，比赛队员须在**一分钟之内**通过拉小车牵引绳使小车通过模型。当限位绳拉紧时，小车即到达模型跨中，小车须在模型跨中停留10s。在10s计时结束时，裁判员将电机由1挡调至2挡\*，松开限位绳（操作如图 1 所示），队员即可继续拉动小车通过模型；

（\*注：电机1挡对应的转速约为100rpm，2挡对应的转速约为200rpm。）

8. 若小车在行驶中严重偏离方向，参赛队员可向裁判员提出修正小车方向的请求，待裁判员同意并关闭支座振动开关后，参赛队员方可接触小车并扶正方向，扶正时不可改变小车在桥纵轴方向的位置，除此之外，加载过程中队员不可碰触小车。每次加载过程中，每队最多可以对小车方向进行一次修正。小车在模型跨中停留的10s内，不允许对小车方向进行修正。若在加载中出现小车掉落、小车碰撞造成的模型损坏致垮塌、模型垮塌、模型触地等情况均视为加载失败；

9. 每组队伍共有三次加载机会；

10. 比赛工作人员记录比赛队伍成绩，比赛队员签字确认成绩；

11. 完成测试后，参赛队员需将模型从加载装置上移除后方可离场。

## （五）运输加载说明

组委会提供10个单块质量为1kg的加载砝码，参赛队每次加载可自行确定运输砝码数量。

加载过程中，比赛队员只可站在两个桥岸外侧即图 2中FG左侧与AC右侧，不可站在两个桥岸之间（扶正方向时不受此限制），牵引小车的同学必须站在桥岸后方即AC右侧，控制牵引绳不得碰触方向限制门架即图 2中AB，且身体不得跨过门架及桥岸边缘AC。

### **加载开始与加载完成的定义：**

加载开始的定义：加载队员示意准备完成后，裁判员宣布测试开始，并开始计时。开始前小车前沿应位于图 2所示D点处。

加载完成的定义：小车后沿离开图 2所示E点处。

### **有效加载质量 $m_e$ 的定义：**

至少完成一次运输的模型，其运输成功的最大质量与小车质量之和定义为有效加载质量。

### **单次运输结束的定义：**

- a.完成加载；
- b.模型垮塌或模型任意部位与缓冲垫接触；
- c.小车从模型上掉落，小车碰撞造成模型损坏致垮塌；
- d.其他专家组认为加载失败的情况；
- e.弃权。

## **（六） 违规处理**

1. 对于不满足模型尺寸及大小要求的情况，参赛队伍不得参与模型加载阶段；

2.在模型测试过程中，对于各个参赛队，如果有队员进入禁止区域一次，责令其退回规定区域并给予警告，若再有队员进入禁止区域的现象，每次从最终成绩 $S_i$ 中扣2分。如有队员故意（由专家委员会现场确认）进入禁止区域触碰小车，则立即宣布该参赛组测试结束；

3.比赛中负责牵引小车的同学若越过规定区域一次，责令其改正并给予警告。如负责牵引小车的同学再次故意越过规定区域，则立即宣布该参赛组测试结束。

4.其他违规：如果发生其他违规现象，由评委现场确认处理办法。

## 六、 评审规则及分值

满分为100 分，包括理论方案、模型工艺、模型效率以及违规罚分四个方面。

### （一）理论方案（10 分）

由评委根据参赛队员所提供的理论方案，按模型结构的构思、造型和结构体系的合理性、实用性和创新性评分。令第 $i$ 参赛组的理论方案成绩为 $S_{i1}$ 。

### （二）模型工艺（10 分）

按模型制作工艺情况评分，依据模型外观及造型，以及是否符合模型制作的要求。令第 $i$ 参赛组的模型工艺成绩为 $S_{i2}$ 。

### （三）模型效率（80 分）

$S_{i3} = 80 \times \frac{N_i}{N_{i\max}}$ ，其中， $S_{i3}$ 为第 $i$ 参赛组的模型效率成绩； $N_i$ 为第 $i$

组模型运输荷质比， $N_i = \frac{m_e^{1.2}}{m_m}$ （ $m_e$ 为有效加载质量， $m_m$ 为模型质量，单

位均为克)， $N_{imax}$ 为所有参赛组中荷质比的最大值。

#### （四）扣罚分数

1. 根据前面比赛细则确定各个队伍的违规情况，进行相应分数的扣除；

2. 每次加载规定时间为1分钟，每超时1分钟扣2分（不到1分钟按1分钟计算）。

#### （六）最终成绩

最终成绩： $S_i = S_{i1} + S_{i2} + S_{i3} - (\text{扣罚分数})$

### 八、奖励办法

本次竞赛设：

一等奖1组，每组奖金3000元；

二等奖2组，每组奖金1000元；

三等奖10组，每组奖金500元；

表现优秀的交大同学将获参加今年华东地区结构设计竞赛（4月）和今年亚洲地区结构设计竞赛（7月）的机会。

### 九、组织机构

竞赛组织委员会：

主席：方曦 上海交通大学团委书记

委员：夏利娟 船建学院副院长

杨建军 船建学院党委副书记

宋续明 上海交通大学团委副书记

宋晓冰 船建学院土木系副教授



陈帅 船建学院团委副书记

竞赛专家委员会：

主 席：刘西拉 船建学院土木系 教授

委 员：赵金城 船建学院土木系 教授

宋晓冰 船建学院土木系 副教授

龚景海 船建学院土木系 教授

滕念管 船建学院土木系 副教授

竞赛组委会秘书处：船建学院团委

## 十、 时间安排

(1) **3月14日19:00 船建学院木兰楼A206 赛题说明会及材料免费发放**

(2) 3月20日24:00 组队报名截止

(3) **4月2 日 正式比赛**

## 十一、 备注

(1) 报名邮箱：**sjtujgs2016@163.com**

(2) 关于材料购买及与比赛相关的各项后续通知会通过短信或邮件告知各参赛队。

问题咨询联系人：宋晓冰 13636545501

高 路 13818447884

船舶海洋与建筑工程学院土木工程系

2016年3月

## 十二、附图

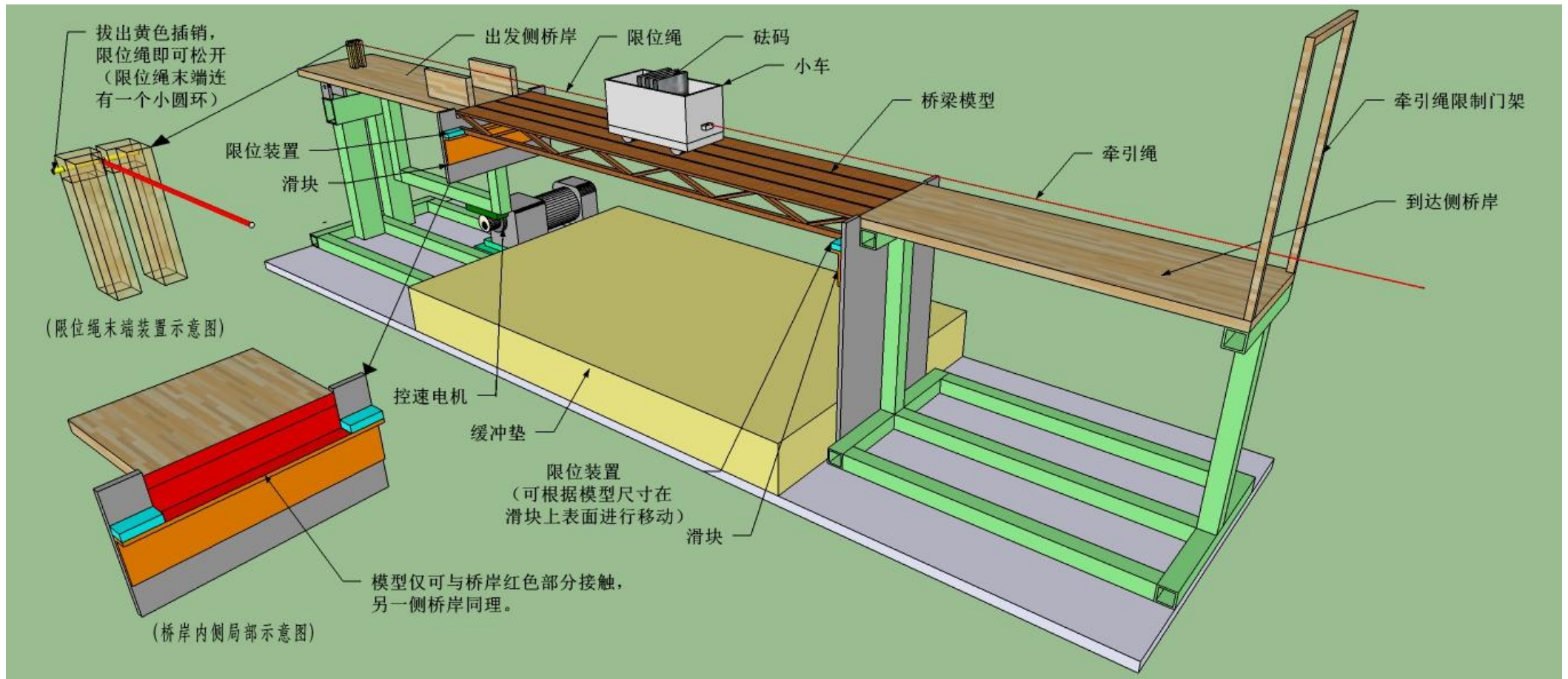


图 1 加载装置示意图 (单位: mm)

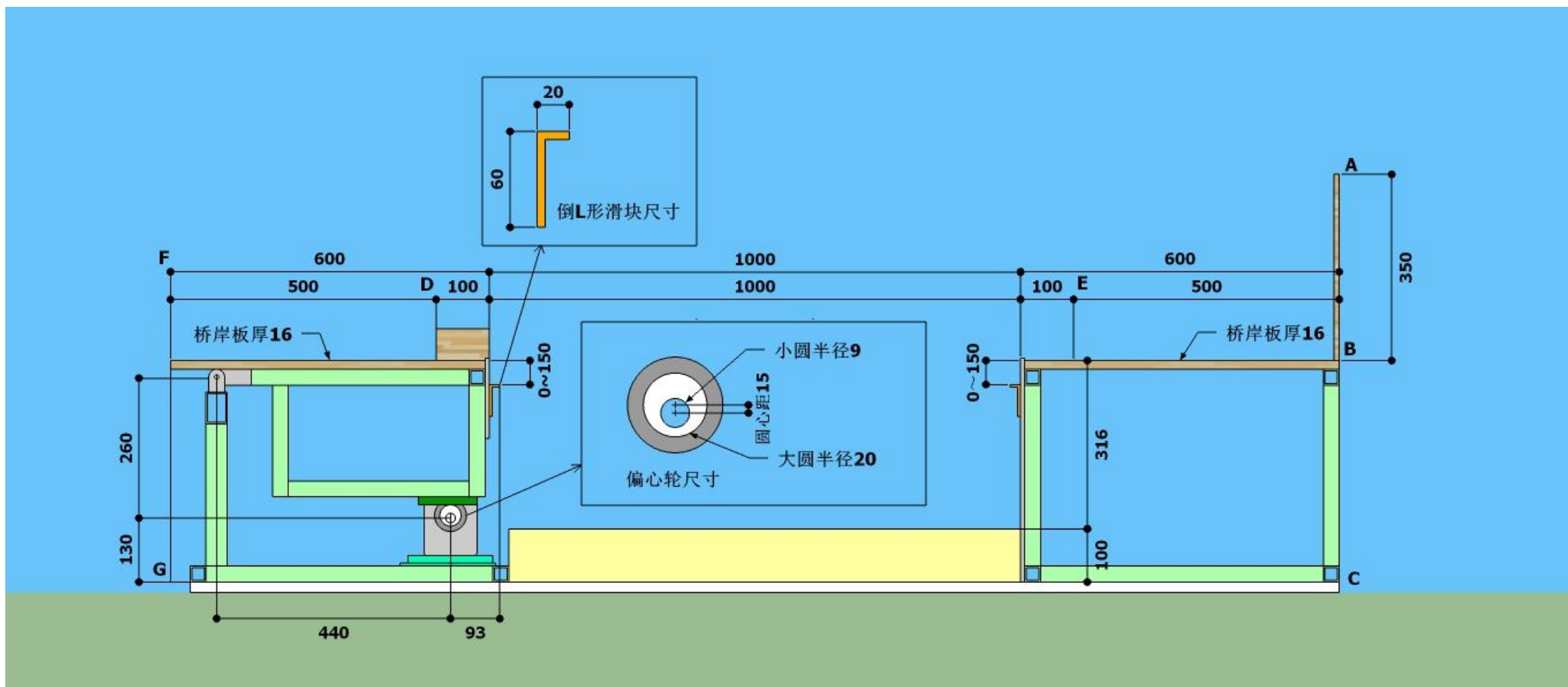


图 2 加载装置立面图 (单位: mm)

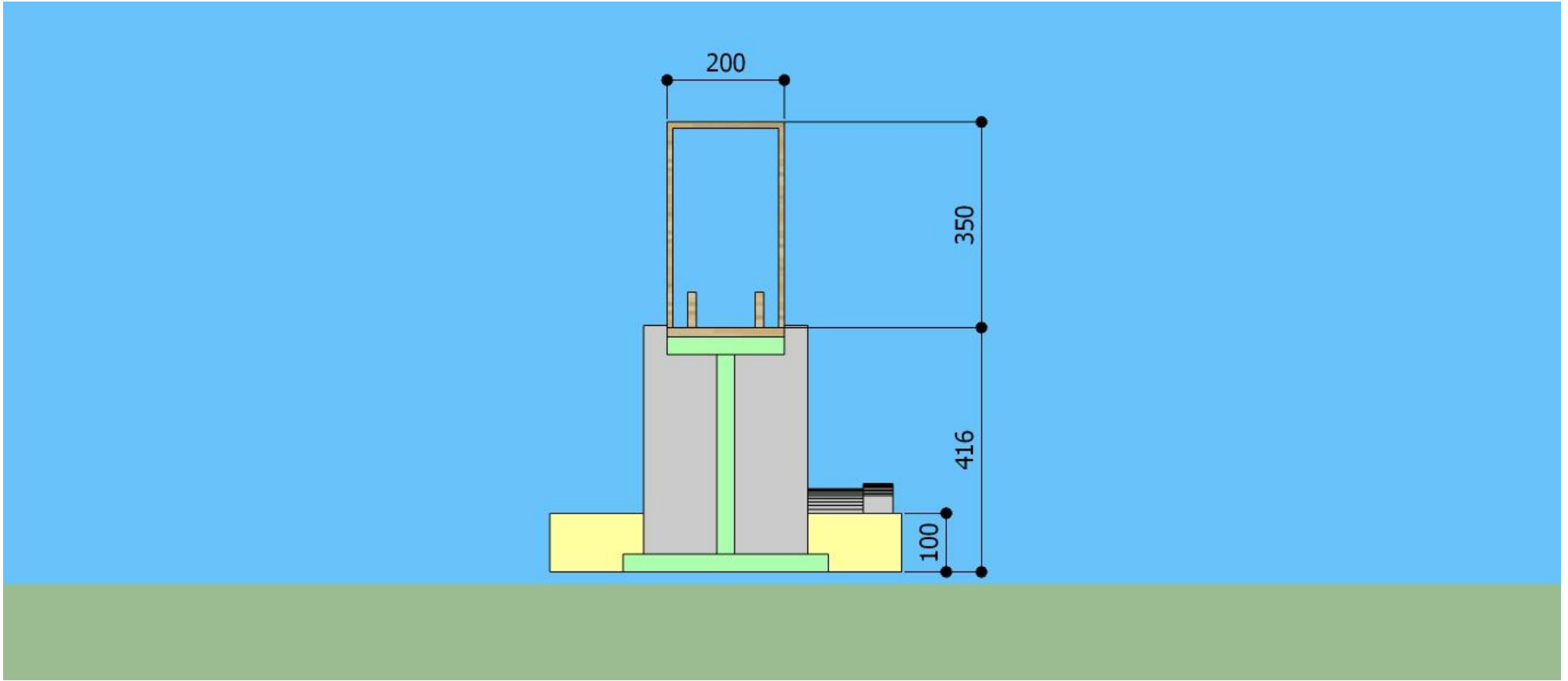


图 3 牵引绳方向限制门架示意图 (单位: mm)

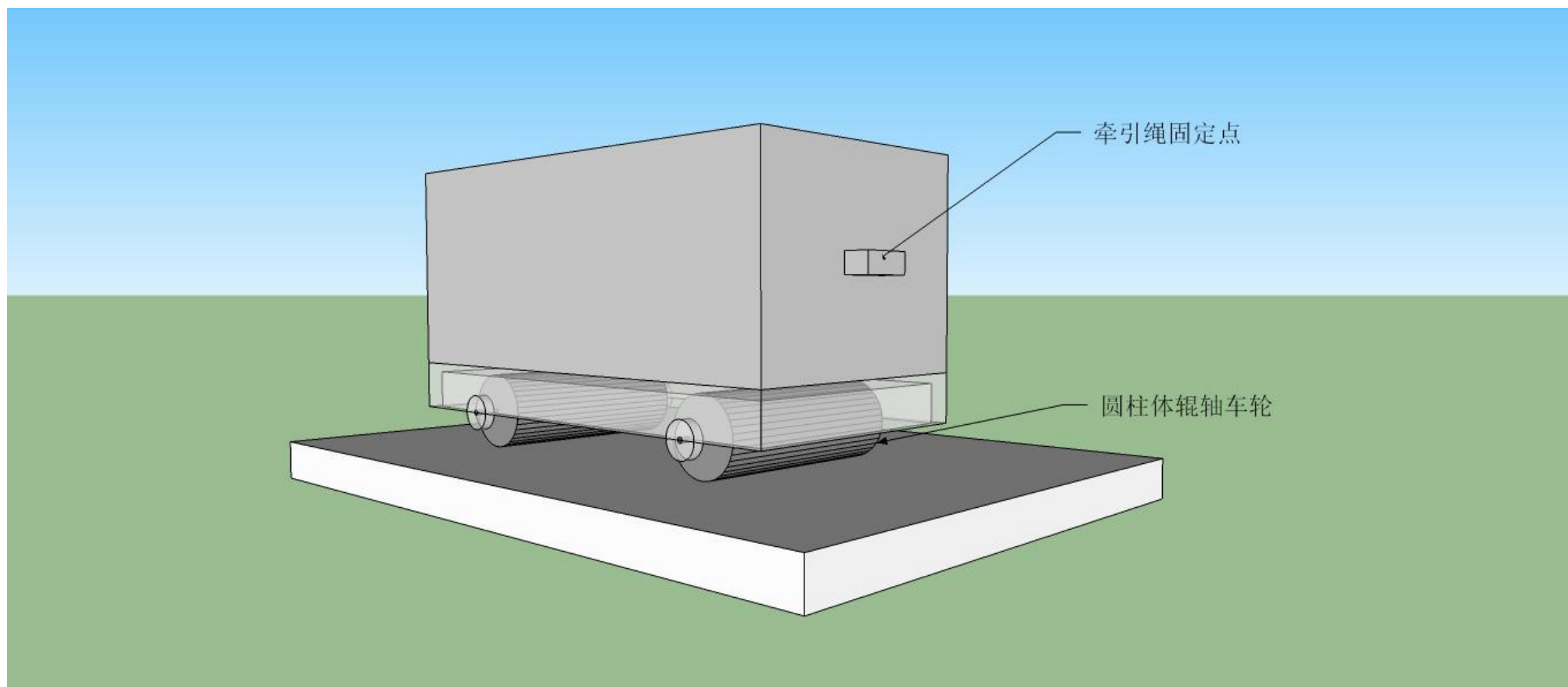


图 4 小车示意图

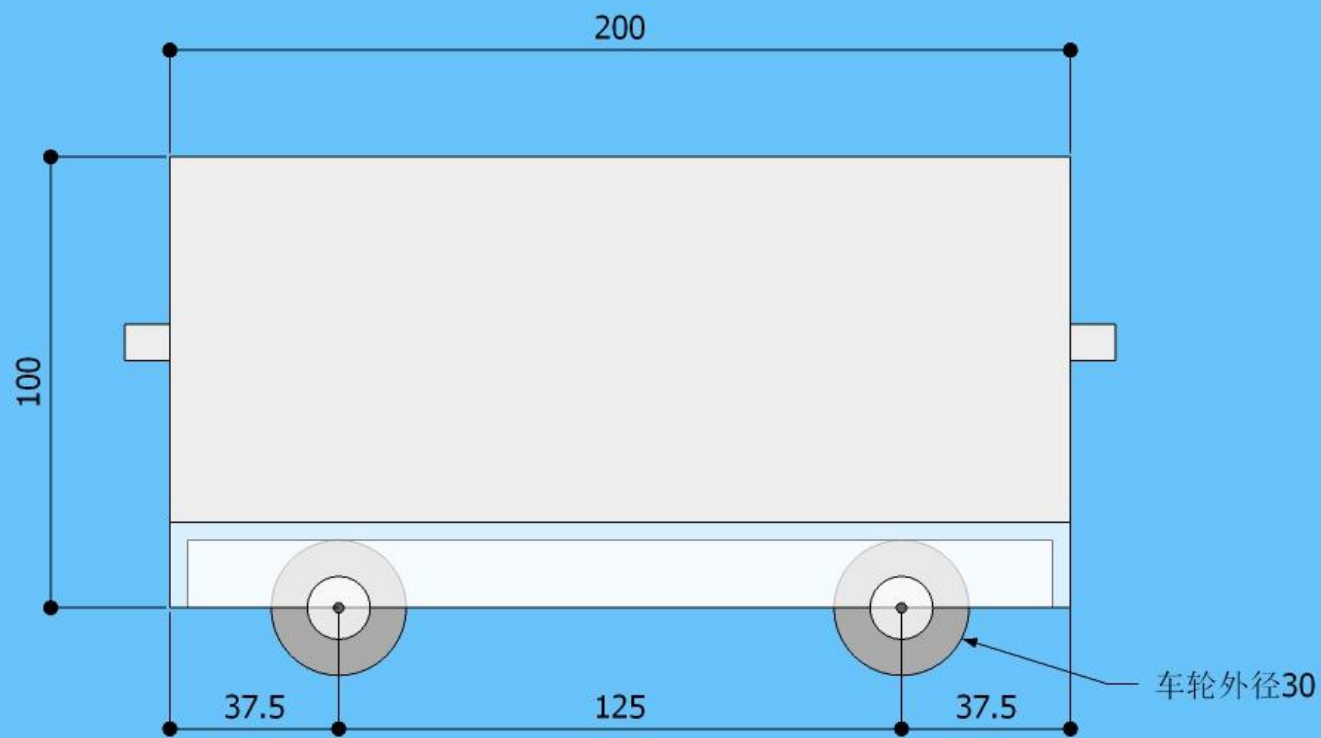


图 5 小车侧视图 (单位: mm)

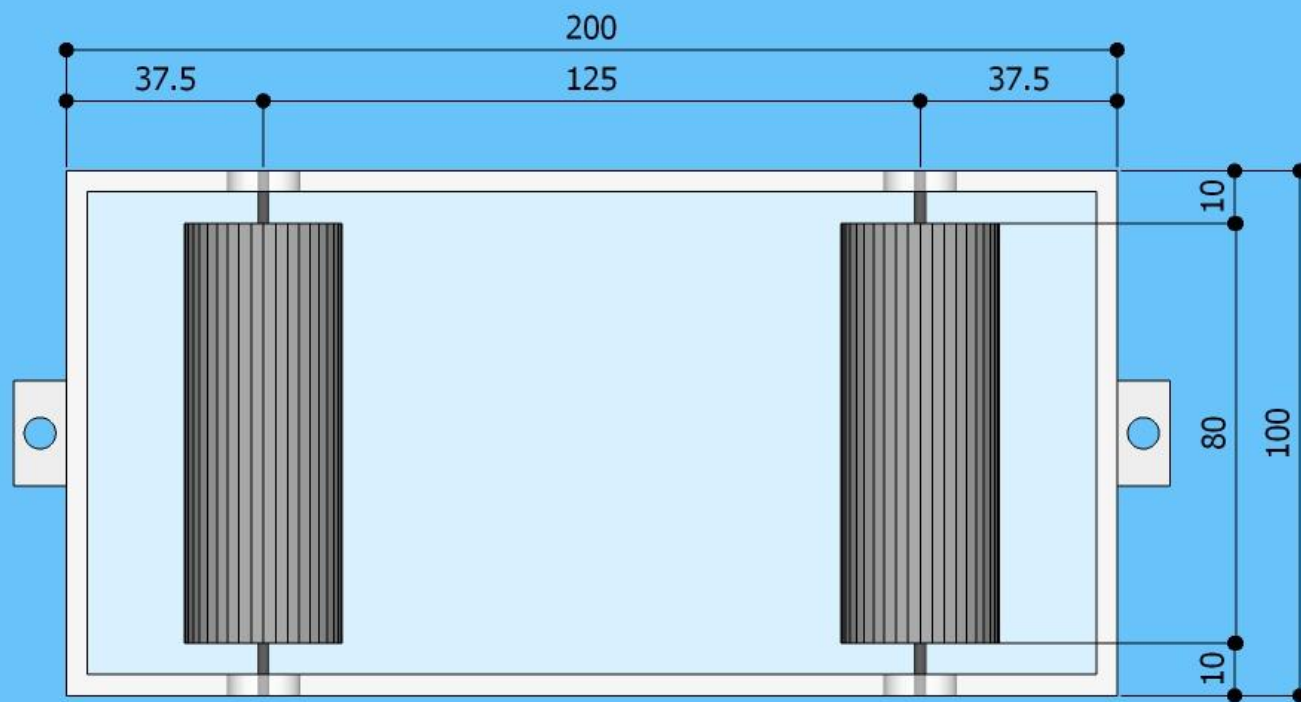


图 6 小车俯视图 (单位: mm)