

第十一届全国大学生智能汽车竞赛

竞速比赛规则

智能车竞赛秘书处 2015-11-15

立足培养 · 重在参与 · 鼓励探索 · 追求卓越



教育部司局函件

关于委托高等学校自动化专业教学指导分委员会
主办全国大学生智能汽车竞赛的通知

教高司函[2005]201号

高等学校自动化专业教学指导分委员会、清华大学：

加强大学生的创新意识、合作精神、实践能力的培养，是当前高等教育教学改革的重要内容之一。经研究，委托高等学校自动化专业教学指导分委员会主办全国大学生智能汽车竞赛。第一届全国大学生智能汽车竞赛由清华大学承办。希望通过竞赛，进一步促进高等学校加强对学生的创新精神、协作精神和工程实践能力的培养，提高学生解决实际问题的能力、充分利用面向大学生的群众性科技活动，为优秀人才的脱颖而出创造条件，不断提高人才培养质量。

教育部高等教育司

二〇〇五年十月十八日

清华大学中央主楼自动化系

目录

第十一届竞赛规则导读.....	4
一、前言.....	5
二、比赛器材.....	7
1、车模.....	7
(1) 车模的种类.....	7
(2) 车模修改要求.....	8
2、电子元器件.....	8
(1) 微控制器.....	8
(2) 传感器.....	9
(3) 伺服电机.....	11
3、电路板.....	11
4、编程语言及调试工具.....	12
三、比赛环境.....	12
1、赛道.....	12
(1) 赛道材质.....	12
(2) 赛道尺寸、形状、间距.....	12
(3) 赛道引导方式.....	13
(4) 起跑线标志.....	16
(5) 赛道边界判定.....	17
(6) 赛道元素.....	19
2、环境.....	22
(1) 赛道场地.....	22
(2) 环境光线.....	22
(3) 赛场围挡:	22
3、计时裁判系统.....	22
(1) 车模计时磁标.....	22
(2) 车模出界侧标.....	23
(3) 计时系统.....	24
四、比赛任务.....	24
1、光电组 B1	25
(1) 车模.....	25
(2) 传感器.....	25
(3) 比赛赛道.....	25
(4) 比赛任务.....	25
2、摄像头组 B2	26
(1) 车模.....	26
(2) 传感器.....	26
(3) 比赛赛道.....	26
(4) 比赛任务.....	26
3、电磁组 B3	26
(1) 车模.....	26

(2) 传感器.....	27
(3) 比赛赛道.....	27
(4) 比赛任务.....	27
4、电轨组 B4.....	27
(1) 车模.....	27
(2) 传感器.....	28
(3) 比赛赛道.....	28
(4) 比赛任务.....	28
5、双车追逐组 A1.....	28
(1) 车模.....	28
(2) 传感器.....	28
(3) 比赛赛道.....	29
(4) 比赛任务.....	30
6、信标越野组 A2.....	30
(1) 车模.....	30
(2) 传感器.....	30
(3) 比赛赛道.....	30
(4) 比赛任务.....	31
7、节能创意组 I1.....	32
五、比赛组织.....	32
1、比赛阶段.....	32
2、比赛流程.....	34
(1) 初赛与决赛规则.....	34
(2) 比赛流程.....	35
(3) 比赛犯规与失败规则.....	35
(4) 其它事宜.....	36
3、比赛奖项.....	36
(1) 分赛区奖项设置：.....	37
(2) 全国总决赛奖项设置：.....	37
六、其它.....	37
七、附件.....	38
1、附录 1：车模修改要求.....	38

第十一届竞赛规则导读

参加过往届比赛的队员可以通过下面内容了解第十一届规则主要变化。如果第一次参加比赛，则建议对于本文进行全文阅读。

相对于前几届比赛规则，本局的规则主要变化包括有以下内容：

1. 本局比赛新增了比赛组别，详细请参见正文中的图和第四章的“比赛任务”中的描述；
2. 第十届电磁双车组对应今年的 A1 组：双车追逐组。其它组别与新组别的对应关系请参见图 2；
3. 为了提高车模出界判罚的客观性，规则提出了两种方法：路肩法和感应铁丝法，详细请见 3.1.5 “赛道边界判定”；经过协商除了山东赛区部分赛题组采用感应铁丝法之外，其它赛区均采用路肩法。
4. 改变了原有的光电计时系统，所有赛题组均采用磁感应方法计时，详细请参见 3.3 “计时裁判系统”；
5. 取消了第十届的发车灯塔控制的方式；
6. 赛道元素进行了简化，详细请参见 3.1.6 “赛道元素”；
7. 赛题组的赛道材质仍然为 PVC 耐磨塑胶地板，但赛题组 A2 不再需要赛道。
8. 对于车模所使用的飞思卡尔公司 MCU 的种类、数量不再限制。
9. 比赛时，每支参赛队伍的赛前准备时间长度统一，为 15 分钟。没有现场修车环节。

一、前言

智能车竞赛是从 2006 开始，由教育部高等教育司委托高等学校自动化类教学指导委员会举办的旨在加强学生实践、创新能力和培养团队精神的一项创意性科技竞赛。至今已经成功举办了十届。在继承和总结前十届比赛实践的基础上，竞赛组委会努力拓展新的竞赛内涵，设计新的竞赛内容，创造新的比赛模式，使得围绕该比赛所产生的竞赛生态环境得到进一步的发展。

为了实现竞赛的“立足培养、重在参与、鼓励探索、追求卓越”的指导思想，竞赛内容设置需要能够面向大学本科阶段的学生和教学内容，同时又能够兼顾当今时代科技发展的新趋势。

第十一届比赛的题目在沿用原来根据车模识别赛道传感器种类进行划分的基础类组别之上，同时增加了以竞赛内容进行划分的提高类组别，并按照“分赛区普及，全国总决赛提高”的方式，将其中一个类别拓展出创意类组别。第十一届比赛的题目各组别分别如下：

- 基础类包括 B1 光电组、B2 摄像头组、B3 电磁直立组、B4 电轨组；
- 提高类包括 A1 双车追逐组、A2 信标越野组；
- 创意类包括 I1 电轨节能组。

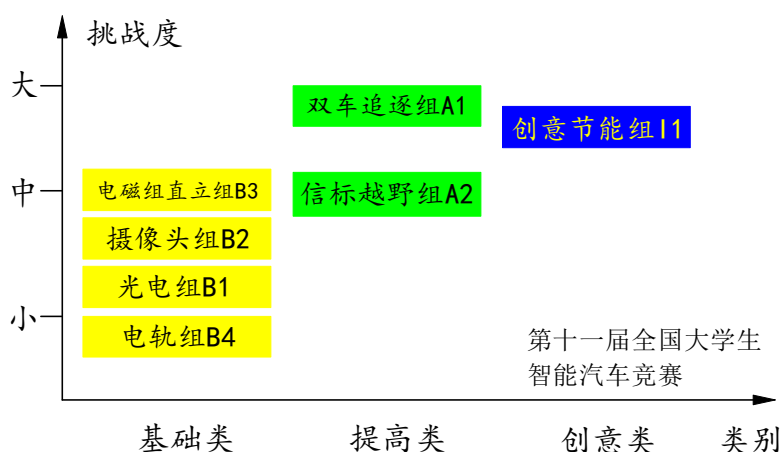


图 1 不同组别，不同挑战度

每个组别在选用的车模、赛道识别方法、完成任务等方面存在差别，对于参赛选手不同学科知识和能力要求也不同，制作的挑战度也有较大的区别。相比较而言，组别 B1,B2,B4,A2 适合低年级学生参加，B3, A1, I1 适合高年级学生参加。图 1 给出了这三大类、七个赛题组的相对难易程度。

第十一届的竞赛赛题是在原来的三个组别的基础上发展而来的。这七个组别与传统的三个组别之间的联系如下图所示：

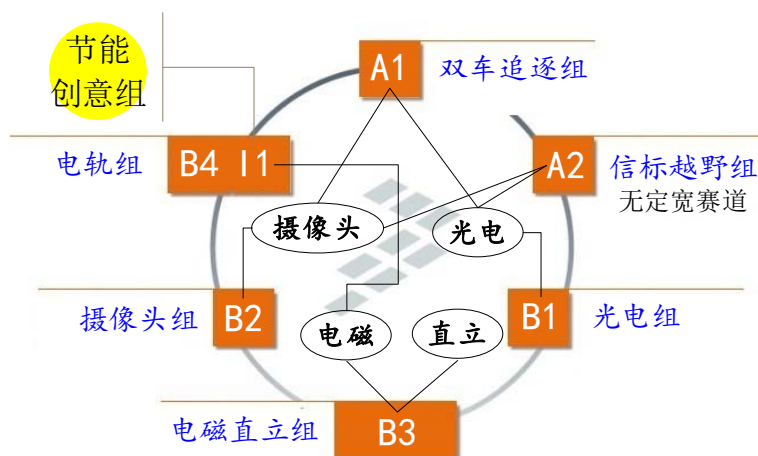


图 2 第 11 届赛题组与传统赛题组之间的关系

参赛选手须使用竞赛秘书处统一指定的竞赛车模套件，采用飞思卡尔半导体公司的 8 位、16 位、32 位微控制器作为核心控制单元，自主构思控制方案进行系统设计，包括传感器信号采集处理、电机驱动、转向舵机控制以及控制算法软件开发等，完成智能车工程制作及调试，于指定日期与地点参加各分（省）赛区的场地比赛，在获得决赛资格后，参加全国总决赛区的场地比赛。参赛队伍的名次（成绩）由赛车现场成功完成赛道比赛时间来决定，参加全国总决赛的队伍同时必须提交车模技术报告。

同一所学校不同组别的队伍如需节省练习场地面积，共用赛道，可以参照如下方式：

信标越野组（A2）没有定宽赛道，并且对于环境光线要求不高，所以可以在任意空闲场地练习； B1，B2，A1 可以共用一条赛道； B3，B4，I1 可以共用一条赛道；实际上，除了 A2 之外其它两个组别都可以铺设在同一场地上，只是在对于 B1,B2,A1 使用光电传感器的组别需要能够适应赛道上的白色铝膜的颜色。

为了克服往届比赛中人工判断车模出界的困难，本届比赛规则中增加了两种方法提高车模出界判断的客观性。一种是采用路肩方法；另一种采用感应铁丝方法。同时，也改变了计时系统的方式，采用了磁标的方式标志了车模检测位置。

竞赛秘书处制定如下比赛规则适用于各分/省赛区比赛以及全国总决赛，在

实际可操作性基础上力更加求公正与公平。

二、比赛器材

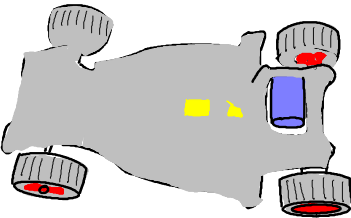
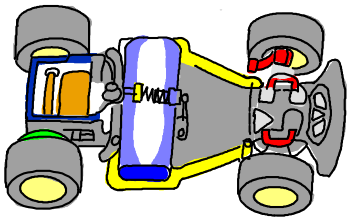
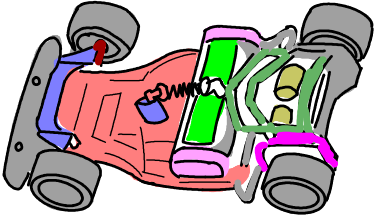
1、车模

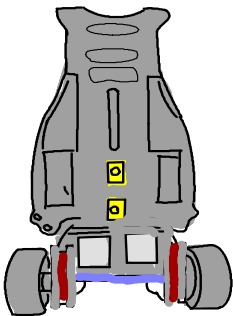
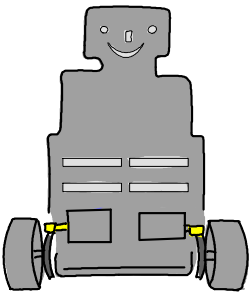
(1) 车模的种类

本届比赛指定采用五种标准车模，分别用于六个个赛题组。五种车模包括有三种四轮车模，两种两轮直立车模。

具体车模组别如下：

表 1 车模信息

编号	车模外观和规格	赛题组 (注 1)	供应厂商
A 型 车 模	 电机 RS-380，舵机：FUTABA3010	B4 A1 A2	东莞市博思 电子数码科 技有限公司
B 型 车 模	 电机：540，舵机：S-D5	B2 A1 A2	北京科宇通 博科技有限 公司
C 型 车 模		B1 A1 A2	东莞市博思 电子数码科 技有限公司

	电机 RN-260, 舵机: FUTABA3010		
D 型 车 模	 <p>电机 RN-260</p>	B3 A1 A2	东莞市博思 电子数码科 技有限公司
E 型 车 模	 <p>电机 RS-380</p>	B3 A1 A2	北京科宇通 博科技有限 公司

注 1: 比赛组别代码:

基础类: B1:光电组, B2: 摄像头组, B3: 电磁组, B4: 电轨组;

提高类: A1: 双车追逐组; A2: 信标越野组;

创意类: I1: 电轨节能组 (车模自制, 或者可以选用 A,B,C,D,E 竞赛车模)

(2) 车模修改要求

五种车模作为比赛统一平台, 对于车模的机械的调整与修改有着严格要求。
具体要求参见附录 1: 车模修改规定

2、电子元器件

(1) 微控制器

- 采用飞思卡尔半导体公司的 8 位、16 位、32 位系列微控制器作为车模中唯一可编程处理器件。



图 1 众多的可被选择使用的微处理器

控制器分为以下七个类别。

- (1) 32 位 Kinetis (ARM® Cortex™-M0+), 主要包括 Kinetis E, EA, L, M 等系列;
- (2) 32 位 Kinetis (ARM® Cortex™-M4), 主要包括 Kinetis K, W 等系列;
- (3) 32 位 MPC56xx 系列;
- (4) 16 位 9S12 系列;
- (5) 32 位 ColdFire 系列;
- (6) DSC 系列;
- (7) 8 位单片机系列;

同一所学校在报名的同一组别的两支队伍，必须使用不同系列的处理器芯片。如果在提高类别的两个组别（A1,A2）中，所选择的车型种类不同，则同一组别的两者队伍可以使用相同系列的微处理器。

- 使用微控制器的数量没有限制。
- 如果所选用的传感器或者其他电子部件中也包含有微处理器，对此微处理器的种类和数量不做限制，但其不得参与对于赛道信息识别和处理、不参与车型运动决策与控制。

(2) 传感器

- 传感器的种类需要根据不同竞赛组别而进行的选用。具体请参见“比赛任务”中关于各比赛组别所允许使用的传感器类型说明。
- 传感器数量不超过 16 个。传感器数量统计规则如下：

- ✓ 光电传感器接收单元计为 1 个传感器，发射单元不算；
 - ✓ CCD（线阵、面阵）传感器计为 1 个传感器；
 - ✓ 磁场传感器在同一位置的不同方向的传感器统一计为一个传感器。不同位置的磁场传感器、线圈则分别统计。
 - ✓ 用于检测起跑线下永磁铁的干簧管或者霍尔传感器，无论多少个，统一计为一个传感器；
 - ✓ 对于车模速度、姿态进行检测的传感器也计算在内。
- 传感器型号限制
 - 1) 如果选用加速度器，则必须选择飞思卡尔公司的系列加速度器产品。

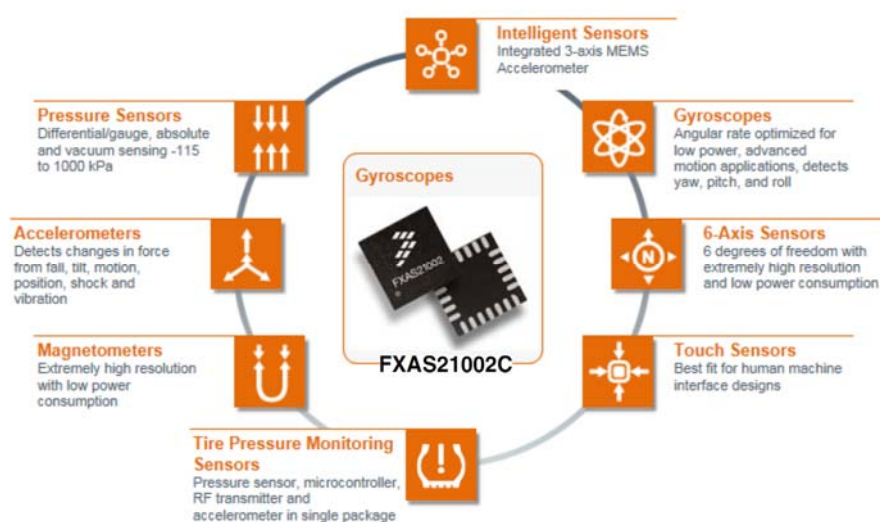


图 2 飞思卡尔公司传感器产品系列

- 2) 如果使用陀螺仪，则对陀螺仪型号没有任何限制。

飞思卡尔公司新出品的陀螺仪器件 FXAS21002 器件，体积小，灵敏度高，适合于智能车控制，推荐参赛选手选用这款陀螺仪传感器。

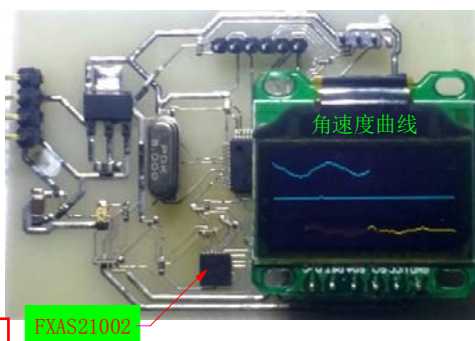


图 3 FXAS21002 陀螺仪测试板

可以外加电机了

(3) 伺服电机

● 定义：

车模上的伺服电机是指除了车模原有驱动车轮的电机之外的电机，包括舵机、步进电机或者其它种类的电机。



舵机



直流电机



步进电机

图 4 车模上的伺服电机

可以加两个，但转向依旧被制约

● 数量限制

车模上的伺服电机数量不能够超过三个，其中包括转向控制舵机。

● 功能限制

车模上的伺服电机只能用于控制车模上的传感器的方位，或者改变车模底盘姿态。不允许直接或者间接控制车模的转向、改变车模车轮速度。

3、电路板

底盘可以变主动形，不可以抱闸刹车

竞赛智能车中，除单片机最小系统的核心子板、加速度计和陀螺仪集成电路板、摄像头、舵机自身内置电路外，所有电路均要求为自行设计制作，禁止购买现成的功能模块。自制的 PCB 板包括但不限于传感器及信号调理、电源管理、电机驱动、主控电路、调试电路等。如果自制电路采用 PCB 印制电路板，必须在铜层（TopLayer 或 BottomLayer）醒目位置放置本参赛队伍所在学校名称、队伍名

称、参赛年份，对于非常小的电路板可以使用名称缩写，名称在车模技术检查时直接可见。

4、编程语言及调试工具

- 1) 开发软件可以选择飞思卡尔公司的 Codewarrior, S32 Design Studio, Kenetic Design Studio, Processor Expert 等开发调试软件，也可以另行选择；
- 2) 开发调试硬件可以选择秘书处统一推荐的 BDM 工具，也可以另行选择。

三、比赛环境

1、赛道

(1) 赛道材质

赛道采用 PVC 耐磨塑胶地板材料制作，材料与第十届比赛相同。

难道可以大于？

(2) 赛道尺寸、形状、间距

是否可以当作最大前瞻？

赛道宽度（含路肩）不小于 45cm。预赛阶段的赛场形状为边长约 5m×7m 长方形，决赛阶段的赛场约为预赛阶段的两倍。两条相邻赛道中心线之间的间距不小于 60cm。赛道中存在着直线、曲线、十字交叉路口等。曲线的曲率半径不小于 50cm。

如下图所示：

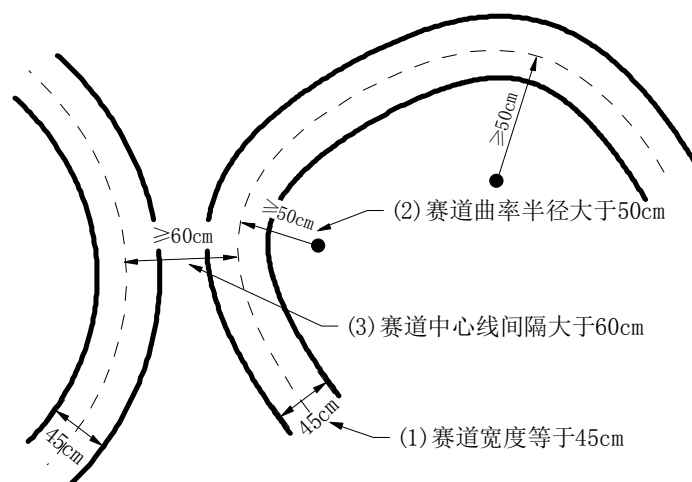


图 5 赛道基本尺寸

(3) 赛道引导方式

不同组别，赛道引导方式不同。分为以下四种方式：

● 赛道边界线引导

对于光电 B1、摄像头 B2、双车追逐组别 A1 的赛道，赛道两侧铺设黑色边界线用于赛道引导。边界线的宽度为 $25 \pm 5\text{mm}$ 。如下图所示：

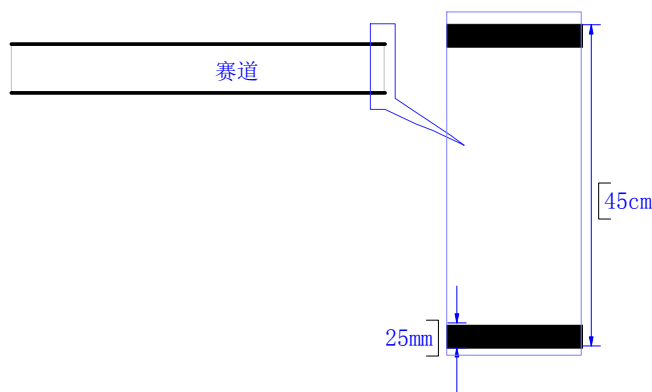


图 6 赛道边界引导线

● 中心电磁导引

电磁组 B3 引导线为一条铺设在赛道中心线上，直径为 $0.1 \sim 1.0\text{mm}$ 的漆包线，其中通有 20kHz , 100mA 的交变电流。频率范围 $20\text{k} \pm 1\text{kHz}$ ，电流范围 $100 \pm 20\text{mA}$ 。

根据竞赛使用的 20kHz 的交变电流源的输出等效电路所示，可以使用下面建议的测量电路测量赛道电流。如果参赛队伍所使用的电流源输出电流的波形接近

心，上面使用白色膠帶固

在 PVC 赛道上刻画出固定漆包线的凹槽需要借助于一些小的工具,可以使用两片美工刀片制作成能够刻画出 1.5mm 的双缝刀片,沿着中心线进行刻画。然后将双缝中间的 PVC 材料表面揭开,便形成了宽度为 1.5mm 左右,深度为 1mm 左右的凹槽,可以铺设中心引导线。

两把美工刀片并排，中间垫有1.5mm厚的填充物，形成“三明治”结构。

缝隙高度
1.5mm

缝隙宽度
1.5mm

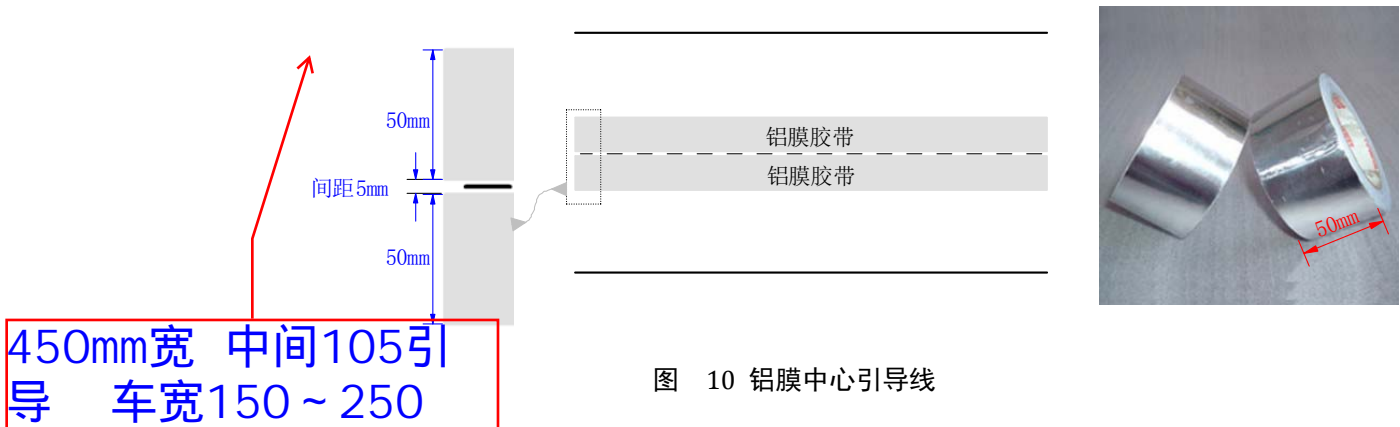
胶带纸将“三明治”牢靠的捆绑在一起

美工刀片

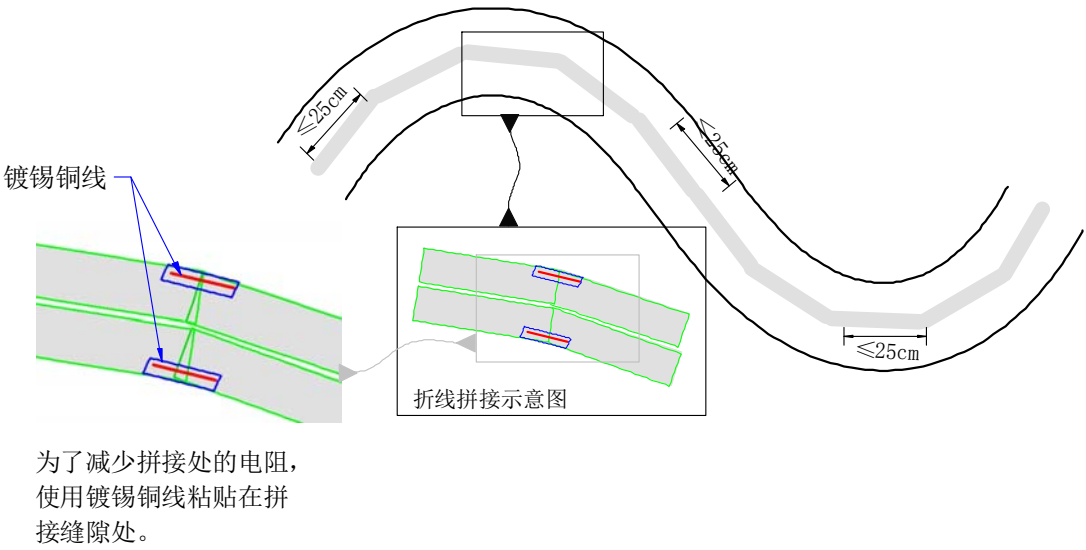
电轨组 B4 和创意节能组 I1 的引导方式是通过铺设在赛道中心的两条铝

膜胶带完成的。铝膜胶带一方面起到引导车模的作用，同时又为“节创意节能组”的车模提供电源。

两条铝膜胶带铺设在赛道中心线两侧，相距 5mm。如下图所示：



在赛道的曲线部分，为了方便铺设铝膜胶带，将铝膜胶带裁剪成长度不大于 25cm 的线段，通过线段逐步拼接的方式形成中心导引线。如下图所示：



由于拼接处存在胶膜，产生很大的阻抗。为了不影响电轨供电，减少拼接处的电阻，在拼接处使用铝膜胶带将两段镀锡铜线粘贴在拼接缝隙处。

● 信标导引

信标越野组 A2 的比赛采用是信标导引的方式进行比赛。在铺有蓝色广告布的平整场地内随机安放五个左右的信标，车模在信标的导引下做定向运动。信标

采用半球全向灯座，内部安装有红色和红外发光二极管（LED）阵列，通过比赛系统控制信标闪烁或者熄灭。车模可以通过光电传感器、摄像头等识别信标的红光或者红外光进行定位。由于信标采用了主动发射信号光的方式，所以提高了赛车识别的准确性，减少了环境光线的影响。

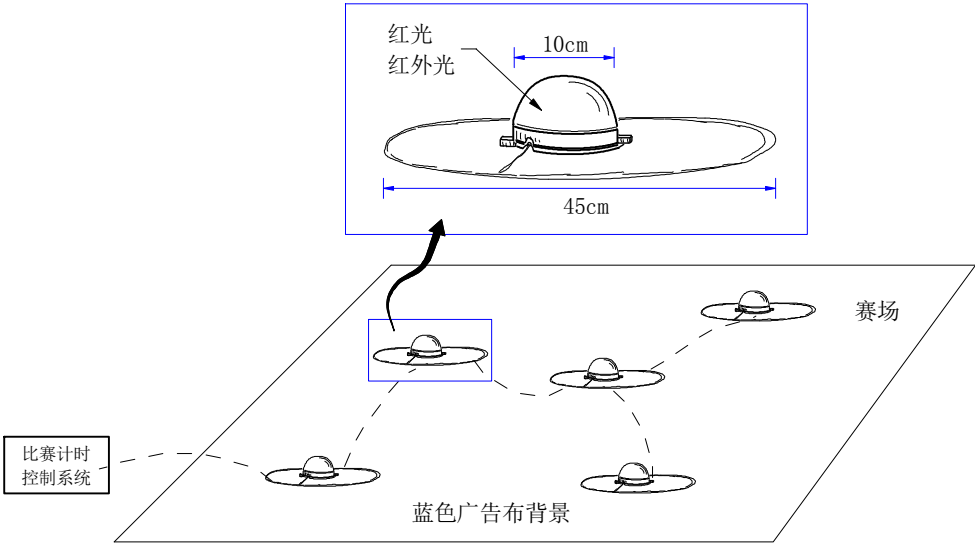


图 12 信标导引

关于信标的详细制作规范，可以参见竞赛组委会公布的《信标系统制作说明》文档。

（4）起跑线标志

竞速比赛要求车模在比赛完毕后，能够自动停止在停车区域内。除了 A2 组别之外，其它各组别的停车区都是在赛道起始线后三米的赛道内。停止时，要求赛车的所有轮胎都必须在赛道内。

起跑线的标志有两种形式：

对于 B1，B2，A1 组，赛道有一个长为 1.5m 的出发区，如下图所示，计时起始点两边分别有一个长度 10cm 黑色计时起始线，赛车前端通过起始线作为比赛计时开始或者结束时刻。黑线起始线的宽度与赛道边线宽度一致。

对于 B3，B4，I1 组别，在黑色计时起始线中间安装有永久磁铁，每一边各三只。磁铁参数：直径 7.5 - 15mm，高度 1-3mm，表面磁场强度 3000-5000 高斯。

需要干簧管

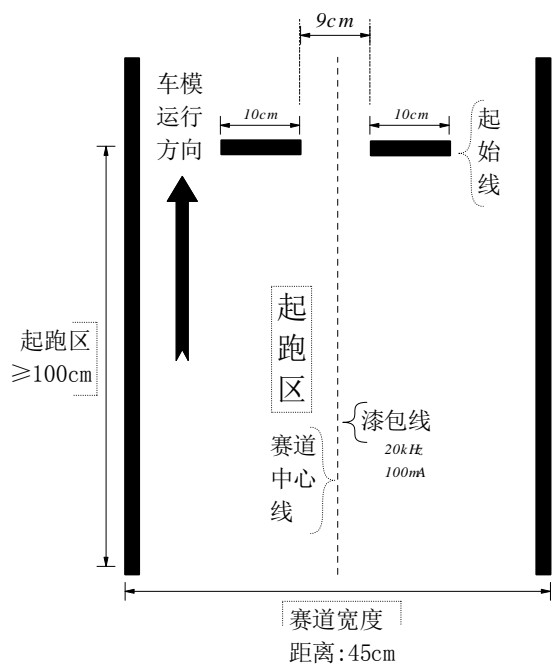


图 13 起跑区域

起跑线附近的永磁铁的分布是在跑道中心线两边对称分布。相应的位置如下图所示：

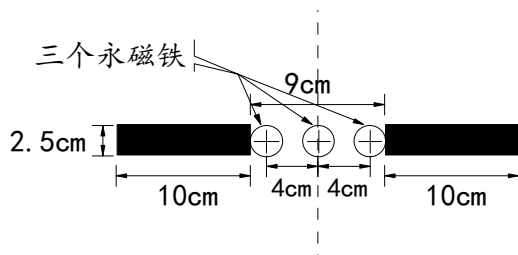


图 13 跑线中间的永磁体安放位置

对于 A2 组别，车模发车区域是在赛场一个边角内，边角的长宽都是 50cm。比赛完毕后，不要求车模停止在固定的停车区域。

(5) 赛道边界判定

除了信标越野组（A2）之外，其它各组别（B1，B2，B3，B4，A1，I1）都要求车模在运行过程中保持在赛道内。为了便于客观判断车模是否冲出赛道，在安装的赛道上，可能会采取以下两种方式进行判断：

● 路肩

在赛边缘处粘贴两层黑色高密度海绵条，形成赛道路肩，作为赛道边界。海绵条宽度为 2.5cm，两层高度 1cm。在赛道两侧相隔 25cm 粘贴，交错分布，间隔处仍为黑色边界。如下图所示：

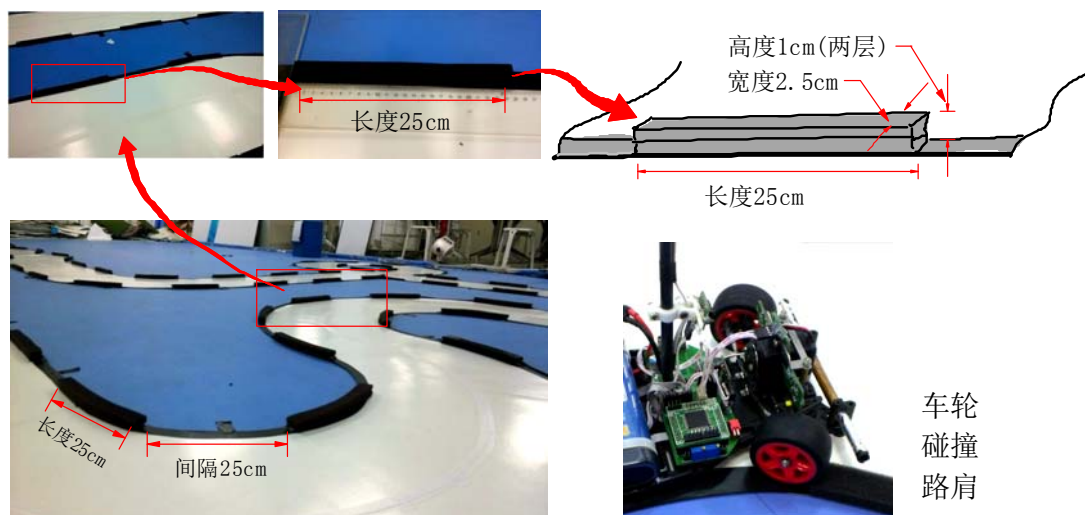


图 14 赛道路肩

注：上图摘抄自《新出界规则测试》报告，北京科技大学智能车队。

● 感应铁丝

在赛道两侧边缘利用黑色胶带粘贴直径为 1mm 的铁丝。赛车比赛前，统一在车模底盘两侧固定铁丝检测模块。在车模冲出赛道过程中，铁丝检测模块通过内部磁铁和霍尔元器件感应到铁丝，就会发出声响，同时点亮外壳的 LED 灯，显示车模冲出了赛道。如下图所示：

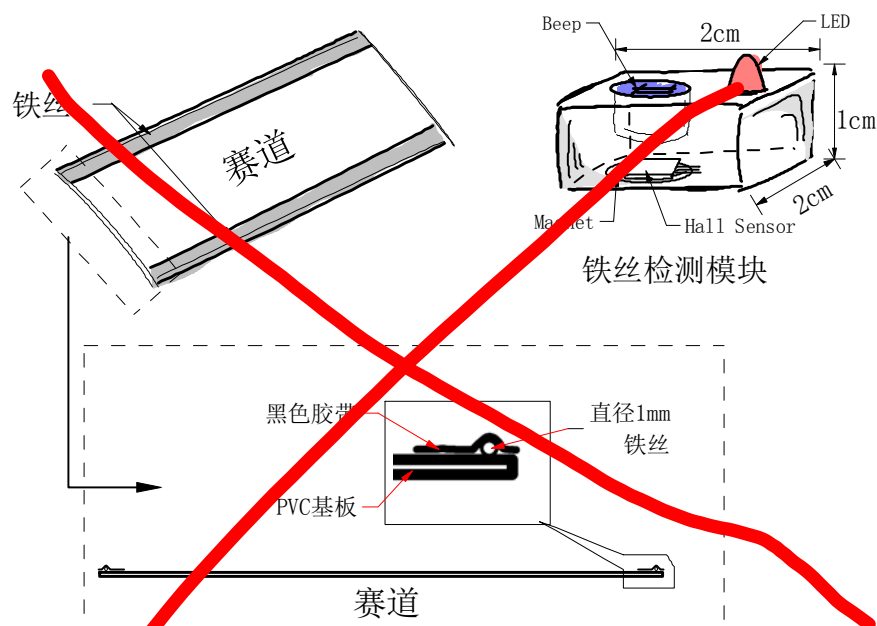


图 15 感应铁丝

由于需要车模安装统一的铁丝检测模块，需要在车模底盘预留固定位置，详细说明参见“计时裁判系统”中的说明。

注明：本方法仅在山东赛区使用。

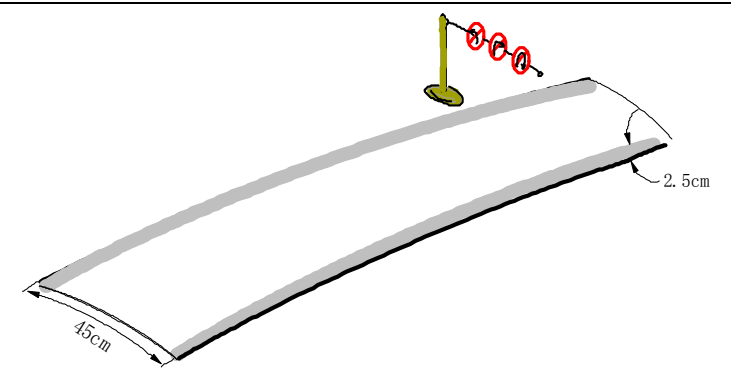
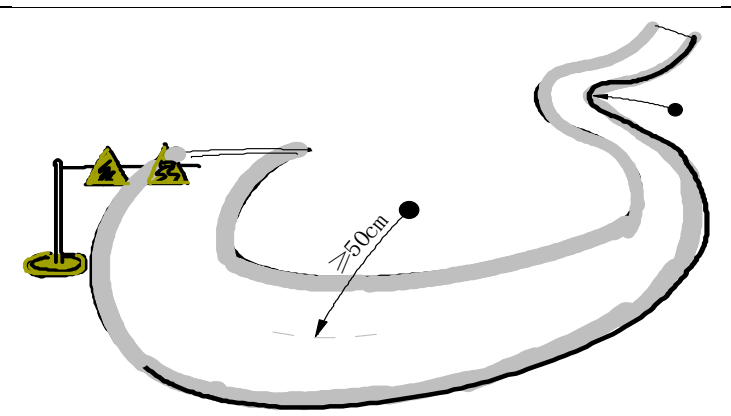
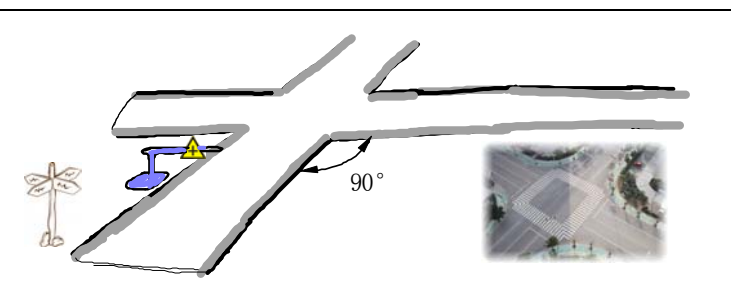
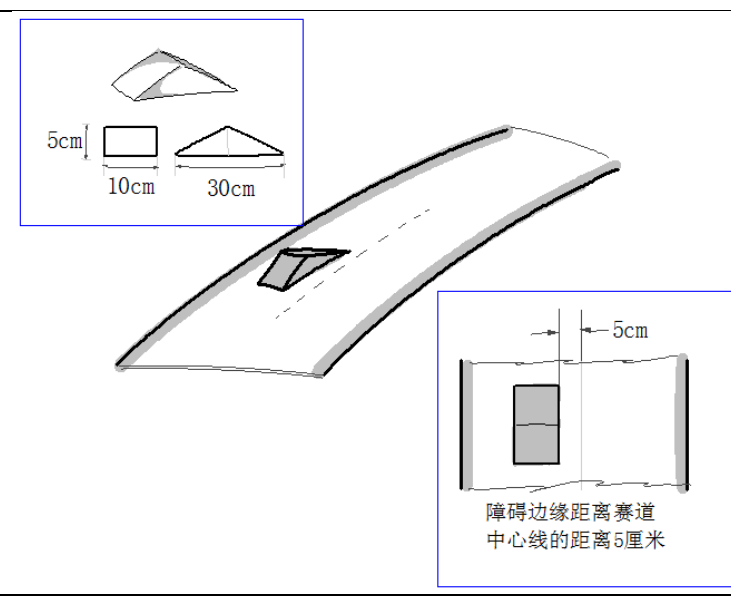
（6）赛道元素

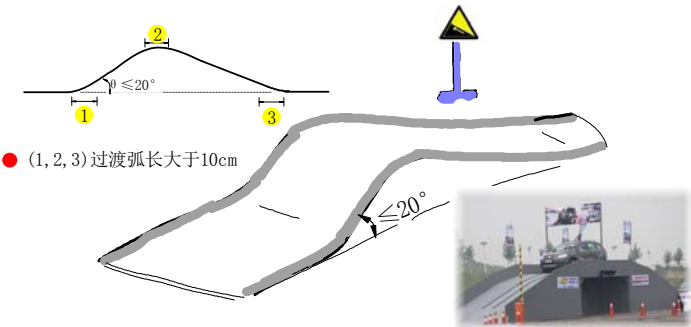
比赛赛道是一个封闭曲线赛道，具有以下表格所示赛道元素。

注意：图例中除了赛道之外的交通标示只是用于赛道元素功能说明，在比赛现场的赛道周围没有这些交通标示。

表 2 赛道元素

赛道元素	图例	说明
------	----	----

直线 道路		这是赛道的基本形式。
曲线 弯道		赛道中具有多段曲线弯道。这些弯道可以形成圆形环路，圆角拐弯，S 型赛道等。赛道中心线的曲率半径大于 50 厘米。
十字 交叉 路口		车辆通过十字交叉路口需要直行，不允许左转、右转。
赛道 障碍		赛道障碍是对称楔形体，长宽高分别为 30、10、5 厘米。 路障内侧边缘距离赛道中心线距离是 5 厘米 电磁组没有赛道障碍。

不对称坡道	 <p>● (1, 2, 3) 过渡弧长大于10cm</p>	<p>坡道的坡度不超过 20°。</p> <p>坡道可以不是对称的。</p> <p>坡道的过渡弧长大于 10 厘米。坡道的长度、高度没有限制。一般情况下坡道的总长度会在 1.5 米左右。电磁组的导引线铺设在坡道的表面。</p>
-------	--	---

以上赛道元素，在分赛区（省赛区）比赛的时候，预赛、决赛和补赛的时候赛道元素存在情况如下表所示：

表格 3 比赛各阶段赛道元素存在情况

赛道元素	分赛区比赛			全国总决赛
	预赛	决赛	补赛	
直线道路	存在	存在	存在	存在
曲线弯道	存在	存在	存在	存在
十字交叉路口	存在	存在	存在	存在
赛道障碍	存在	存在	不存在	存在
坡道	不存在	存在	不存在	存在

2、环境

（1）赛道场地

- 赛道场地地面平整。如果地面是平滑的水泥、水磨石、大理石地面则可以直接安装。如果为比赛场馆的地毯地面，则会在其上首先铺设一层 KT 板材，然后再铺设赛道。
- 地面颜色要求：与白色赛道有一定的色差，颜色可以根据现场底板的情况确定。一般情况下会采用蓝色的广告布铺设赛道背景颜色。具体比赛现场的的赛道背景颜色将会在正式比赛前一个月进行正式公布。

（2）环境光线

对于 B1，B2，A1 组别的比赛场地，一般会安排在室内场地。在比赛过程中不能有阳光直接照射，也没有强烈的白炽灯照射。

对于 B3，B4，A2，I1 组别，由于受到环境光线影响小，所以没有上述限制，有可能会在室外无阳光直射的环境中。

（3）赛场围挡：

在比赛场地四周铺设围挡。围挡距离赛道大于 50 厘米。围挡高度不小于 30 厘米。围挡的材质可以使用长方体泡沫塑料块，也可以使用宣传布。

3、计时裁判系统

比赛所使用的计时裁判系统将会实时测量车模运行时间、判定车模出界。

（1）车模计时磁标

比赛采用磁场感应方式记录车模通过赛道起跑线的时刻，或者检测车模是否运行在信标周围 22.5cm 范围内。感应线圈布置在赛道下面以及信标周围，对于

运行车模干扰小，同时车模也不容易冲撞计时系统。如下所示：

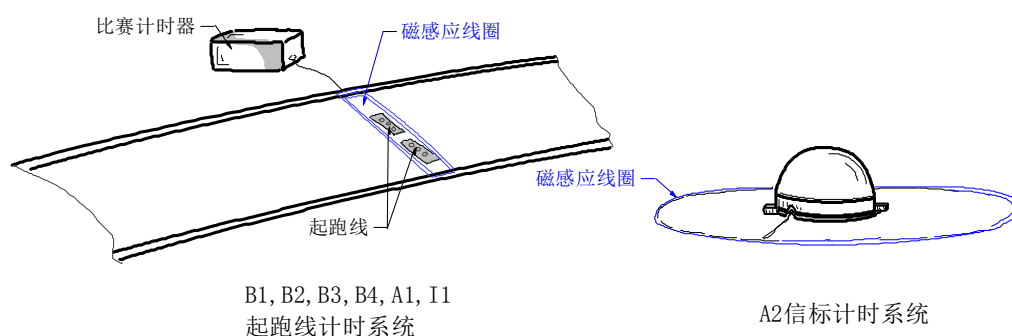


图 16 基于磁感应的比赛计时系统

为了能够触发计时系统，需要在车模底盘安装一块永磁铁作为标签。永磁铁距离地面高度在 2cm 以内。由于该磁标体积很小，所以提高了车模检测位置的精确度。具体按照方式如下图所示：

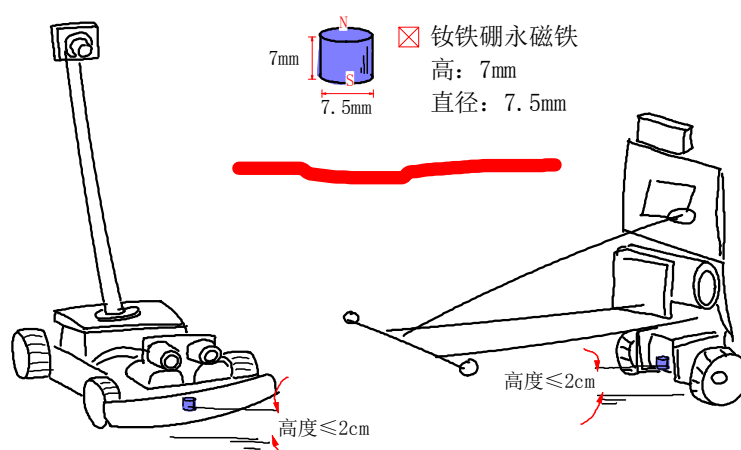


图 17 车模计时磁标

计时磁标可以永久粘在车模的地盘上，也可以在比赛前临时固定在车模的底盘上。具体磁标固定的位置并不要求精确，计时的过程是检测该磁标前后通过磁感应线圈的时间间隔。

特别提醒，对于信标越野组（A2），只有车模上的磁标进入信标周围的磁感应线圈之内，才能够触发计时系统去切换到下一个信标点亮。

~~(2) 车模出界侧标~~

~~车模侧标是铁丝检测模块，是在比赛前固定在车模底盘上。该侧标用于在比~~

赛中检测车模是否冲出赛道。两个侧标与参赛车模没有任何电气联系。它们通过螺钉，在比赛前固定在车模的底盘上。固定位置如下图所示：

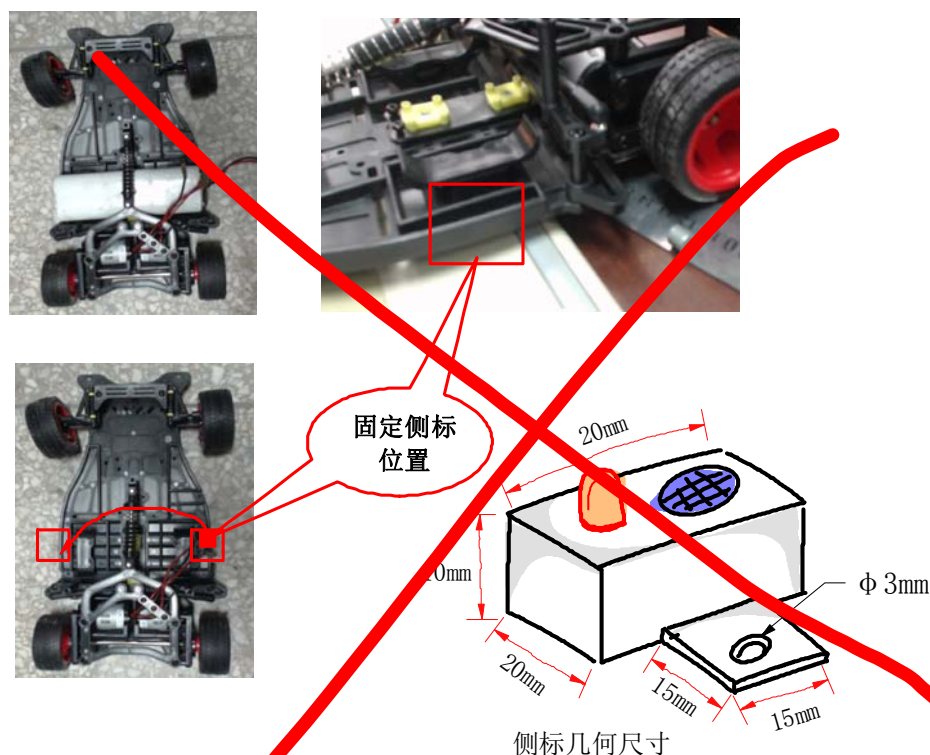


图 18 车模侧标固定位置

参赛车模需要预先在车模底盘电池固定底盘边缘加强筋肋槽内钻出两个直径为 3mm 的孔。在比赛前，取出电池，通过螺栓将侧标固定在车模地盘上。

对于直立车模，不安装车模侧标。车模的出界仍然依靠人工的方式进行判别。

注：车模出界侧标仅在山东赛区使用。

(3) 计时系统

比赛计时系统、信标控制系统由竞赛组委会在现场统一安置。

参赛选手在平时训练的时候，可以自行设计制作简化的比赛系统辅助进行调试车模。也可以参照竞赛组委会提供的“比赛系统制作手册”设置制作。

四、比赛任务

本节将就各个组别所能够使用的车模、传感器以及比赛所需要完成的任务指

标进行介绍。

1、光电组 B1

(1) 车模

车模可以使用 C 型车模。该车模采用后轮双电机驱动，电机型号 RN-260。前轮由 FUTABA3010 舵机控制转向。

(2) 传感器

传感器允许使用各类光电传感器、超声传感器器件进行赛道和环境检测。

禁止使用激光发射管；禁止使用面阵 CCD 或者 CMOS 摄像头。

(3) 比赛赛道

比赛是在 PVC 赛道上进行，赛道采用黑色边线进行导引。赛道中可能存在的元素包括表格 2 中所有的元素。

(4) 比赛任务

选手制作基于光电传感器的车模完成赛道运行一周。比赛时间从车模冲过起跑线到重新回到起跑线为止。如果车模没有能够停止在起跑线后三米的赛道停车区内，比赛时间加罚一秒钟。

车模在比赛时，需要安装一个计时磁标。车模制作时需要考虑安装位置。车模制作完成后，长度（包括传感器）不超过 40cm，宽度不超过 25cm，高度不超过 40cm。

2、摄像头组 B2

（1）车模

车模可以使用 B 型车模。该车模采用后轮电机驱动，电机型号 540。前轮由 S-D5 舵机控制转向。

（2）传感器

传感器允许使用面阵 CCD 或者 CMOS 摄像头以及超声传感器进行赛道检测。
禁止使用激光发射管；禁止使用线阵 CCD 摄像头。

（3）比赛赛道

比赛是在 PVC 赛道上进行，赛道采用黑色边线进行导引。赛道中可能存在的元素包括表格 2 中所有的元素。

（4）比赛任务

选手制作基于摄像头传感器的车模完成赛道运行一周。比赛时间从车模冲过起跑线到重新回到起跑线为止。如果车模没有能够停止在起跑线后三米的赛道停车区内，比赛时间加罚一秒钟。

车模在比赛时，需要安装一个计时磁标。车模制作时需要考虑安装位置。车模制作完成后，长度（包括传感器）不超过 40cm，宽度不超过 25cm，高度不超过 40cm。

3、电磁组 B3

（1）车模

车模可以选用 D、E 型直立车模。这两款车模都是采用双电机后轮驱动，运

行时需要保持车模姿态直立，只允许两个后轮接触地面。

(2) 传感器

传感器允许电感线圈或者其它磁场检测传感器检测赛道中存在的交变磁场。

禁止使用任何光电、摄像头传感器检测赛道信息。但仍然允许使用光电编码盘对于车模速度进行检测。

(3) 比赛赛道

比赛是在 PVC 赛道上进行，赛道采用电磁线进行引导。赛道中可能存在的元素包括表格 2 中除了“路障”之外的其它所有的元素。

(4) 比赛任务

选手制作基于电磁传感器的车模完成赛道运行一周。比赛时间从车模冲过起跑线到重新回到起跑线为止。如果车模没有能够停止在起跑线后三米的赛道停车区内，比赛时间加罚一秒钟。

车模在比赛时，需要安装一个计时磁标，车模制作时需要考虑安装位置。由于车模直立，所以无法安装侧标。车模制作完成后，长度（包括传感器）没有限制，宽度不超过 25cm，高度不超过 40cm。

4、电轨组 B4

(1) 车模

车模可以选用 A 型车模。这款车模都是采用电机（RS380）后轮驱动，前轮采用 FUTABA3010 控制。

(2) 传感器

传感器允许电感线圈或者其它金属检测线圈检测赛道中的铝膜胶带。

禁止使用任何光电、摄像头传感器检测赛道信息。但仍然允许使用光电编码盘对于车模速度进行检测。

(3) 比赛赛道

比赛是在 PVC 赛道上进行，赛道采用铝膜胶带引导。赛道中可能存在的元素包括表格 2 中除了“路障”之外的其它所有的元素。

(4) 比赛任务

选手制作基于金属传感器的车模完成赛道运行一周。比赛时间从车模冲过起跑线到重新回到起跑线为止。如果车模没有能够停止在起跑线后三米的赛道停车区内，比赛时间加罚一秒钟。

车模在比赛时，需要安装一个计时磁标，车模制作时需要考虑安装位置。由于车模直立，所以无法安装侧标。车模制作完成后，长度（包括传感器）没有限制，宽度不超过 25cm，高度不超过 40cm。

注意：在比赛时，金属导轨中并不通电，车模的动力仍然来自于车模上的镍镉电池。在后面的创意组 I1 比赛的时候，才在金属导轨中通电。

5、双车追逐组 A1

(1) 车模

车模可以选用 A,B,C,D,E 任意一款车模组成双车追逐车队。

(2) 传感器

传感器允许采用光电管、线阵或者面阵摄像头进行赛道检测。

禁止使用激光发射管。

允许两车之间采用无线（RF，IF，超声）进行通信。

（3）比赛赛道

比赛是在 PVC 赛道上进行，赛道采用黑色边线引导。赛道中可能存在的元素包括表格 2 中除了“路障”之外的其它所有的元素。此外还有可能存在如下两种特殊的超车区：

- 加宽超车区

在赛道的直线的右侧或者左侧存在长度为 1m 的超车区。超车区前后的直线赛道的距离不小于 50cm。



图 19 超车区

双车追逐时，可以允许在超车区进行超车。超车过程不允许车模冲出赛道（包括超车区在内）。

- 回转十字路口直转标志

在赛道的回转十字路口，如果放置有右转或者左转超车黑色标志，则允许后车直接进行右转或者左转，完成超车过程。

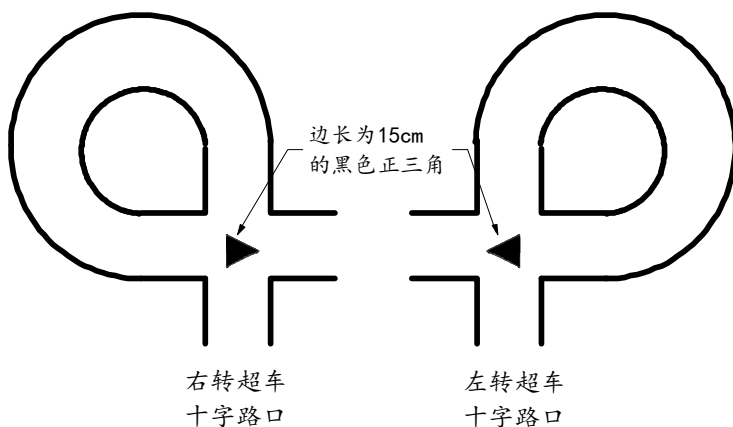


图 20 回转十字路口超车区

十字路口的超车标志为边长为 15cm 的黑色正三角形。超车过程中，不允许车模冲出赛道。

(4) 比赛任务

选手制作两辆车模完成赛道运行一周。车辆运行时间 t_1 是从第一辆车模冲过起跑线开，到最后一辆车重新回到起跑线为止。两个车辆相继通过起跑线的时间间隔为 t_2 。在比赛过程中，车模成功完成超越次数为 n 。最终比赛时间有如下公式计算：

$$t = t_1 + 5 \cdot t_2 - 5 \cdot n \quad (\text{秒})$$

如果两辆车模没有能够停止在起跑线后三米的赛道停车区内，比赛时间加罚一秒钟。

如果比赛中，有一辆车没有能够跑完全程，另外一辆车跑完全程，则比赛成绩最终为 $t_1 + 60$ 秒。

车模在比赛时，需要安装一个计时磁标，车模制作时需要考虑安装位置。

车模制作完成后，长度（包括传感器）没有限制，宽度不超过 25cm，高度不超过 40cm。

6、信标越野组 A2

(1) 车模

车模可以选用 A,B,C,D,E 任意一款车模制作。

(2) 传感器

传感器允许采用光电管、线阵或者面阵摄像头、超声传感器等进行赛场环境。

(3) 比赛赛道

信标越野组的比赛场地设置在平整的地面上并铺设蓝色的广告布。场地四

周铺设 5cm 宽度的黄色胶带。比赛区域约为 5 米×7 米。车模发车区域位于比赛场地一角，由 2.5 厘米黑色胶带标记区域。发车区域长宽都是 50cm。

比赛区域内随机安放由 5 个左右的信标，它们统一由比赛计时系统控制。

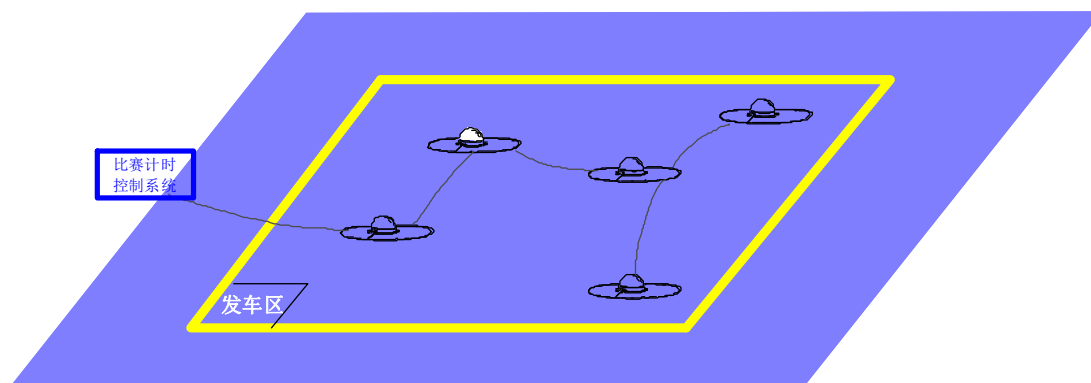


图 21 信标越野组场地示意图

（4）比赛任务

选手制作的车模开始位于发车区域内，此时所有的信标都是熄灭状态。开始比赛后，比赛系统会自动点亮第一个信标，点亮的信标会以 10Hz 的频率发送红色和红外闪烁光。此时选手的车模能够识别确定信标的方位并做定向运动。当车模上安放的磁标进入信标附近的感应线圈后，比赛系统会自动切换点亮到下一个信标，车模随机前往第二个点亮的信标。此过程将会进行 10 次左右。最终比赛时间是从当一个信标点亮，到最后一次信标熄灭为止。

在此过程中，需要车模能够避免冲撞信标，以免造成车模行动受阻甚至损坏。车模冲撞信标并不进行判罚。

相对于其它赛题组，信标越野组在完成时有它自己的优势和劣势。该组别的优势在于场地内的信标会发出强烈的红色和红外光线，所以车模只需要借助于红外滤光片便可以滤除掉大部分可见光的干扰，便于准确检测到信标的位置。建议采用鱼镜头或者全向反射镜来扩大检测范围。

信标组的劣势在于它不像其它组别都是进行局部赛道检测，而是进行全局信息检测，相对检测信息量大，检测精度低。并且在车模运行过程中，还需要对于运行轨迹进行优化，并检测其它信标避免碰撞。

车模需要安装计时磁标。车模制作完成后，长度（包括传感器）没有限制，

宽度不超过 25cm，高度不超过 40cm。

7、节能创意组 I1

创意节能组的比赛赛道与电轨组相同，只是要求车模需要通过电轨受电完成运行。车模种类可以使用传统的 A,B,C,D,E，也可自制车模。比赛将会综合车模运行时间和从电轨获得电量多少进行计算成绩。

详细的节能创意组比赛规则将会另行公布文档。

通过上述各组别的任务描述，对于常见到的各类传感器可能使用的组别总结成下表：

表 4 各赛题组传感器限制

传感器模块	允许使用组别	禁止使用组别
面阵 CCD	B2,A1,A2	B1,B3,B4,I1
TSL1401	B1,A1,A2	B2,B3,B4,I1
光电管	B1,B2,A1,A2	B3,B4,I1
激光发射管		B1,B2,B3,B4,A1,A2,I1
电磁传感器，电感线圈	B3,B4,I1	B1,B2,A1,A2
射频或者红外通信模块	A1	B1,B2,B3,B4,A2,I1
其它自选传感器	B1,B2,B3,B4,A1,A2,I1	
出界侧标	B1,B2,B4,A1,A2,I1	B3
计时磁标	B1,B2,B3,B4,A1,A2,I1	

五、比赛组织

1、比赛阶段

竞赛分为分赛区（省赛区）和全国总决赛两个阶段。其中，全国总决赛阶段

在全国竞赛组委会秘书处指导下，与决赛承办学校共同成立竞赛执行委员会，下辖技术组、裁判组和仲裁委员会，统一处理竞赛过程中遇到的各类问题。

全国和分赛区（省赛区）竞赛组织委员会工作人员，包括技术评判组、现场裁判组和仲裁组成员均不得在现场比赛期间参与任何针对个别参赛队的指导或辅导工作，不得泄露任何有失公允竞赛的信息。在现场比赛的时候，组委会可以聘请参赛队伍带队教师作为车模检查监督人员。

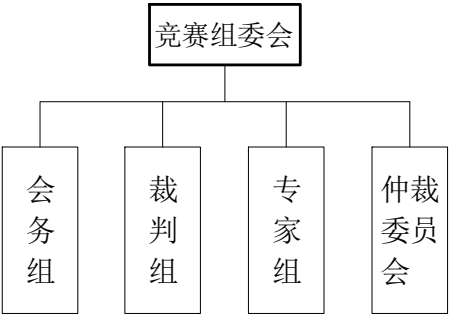


图 22 比赛职能机构

在分赛区（省赛区）阶段中，裁判以及技术评判由各分赛区（省赛区）组委会参照上述决赛阶段组织原则实施，仲裁由分赛区（省赛区）组委会指定的仲裁组完成，不跨区、跨级仲裁。

现场比赛一般需要四天的组织时间。这四天的基本安排如下图所示：

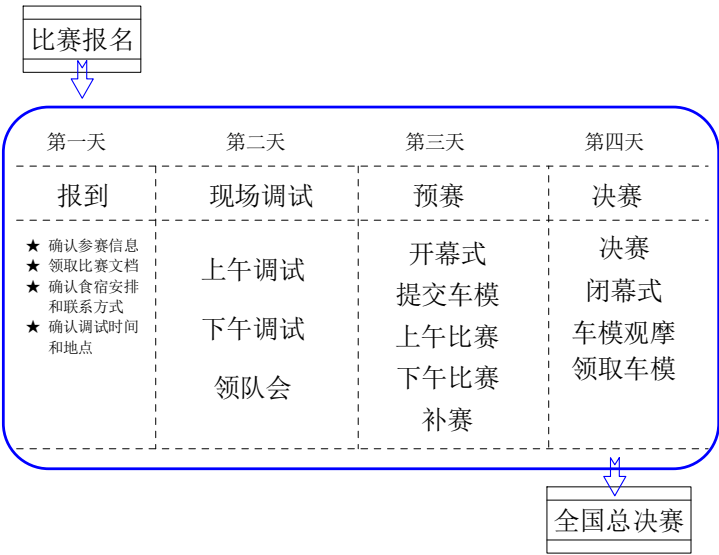


图 23 赛会期间竞赛活动

分赛区和总决赛的比赛规则相同，都具有七个赛题组比赛。光电组、摄像头

组以及双车追逐组比赛原则上在同一个光线比较好场馆同时进行。其它四各赛题组由于对于赛场光线环境要求不高，可以安排在副馆进行。七个赛题组所遵循的比赛规则基本相同，但分别进行成绩排名。

分赛区和总决赛的现场比赛均包括预赛与决赛两个阶段。下面列出的现场预赛、决赛阶段的比赛规则适用于各分赛区及总决赛的七个赛题组。

2、比赛流程

(1) 初赛与决赛规则

1)初赛阶段规则

- i. 比赛场根据场地条件以及报名队伍数量可能铺设两到六条赛道。不同组别可能会公用赛道。共用赛道按如下情况进行分组
光电类共用赛道：B1,B2,A1,A2
电磁类共用赛道：B3,B4,I1
- ii. 参赛队根据比赛题目分为各个组，并以抽签形式决定组内比赛次序。
- iii. 比赛分为上下午两轮，每支参赛队伍可以在每轮比赛之前有统一的现场调整时间，时间长度为 15 分钟。在此期间，参赛队伍可以携带有维修工具，对赛车的软件、硬件进行调整，对赛车损毁部分进行修理。
- iv. 在每轮比赛中，选手进入场地会有 60 秒准备时间。准备时间完毕后，选手将赛车放置在起跑区域内赛道上，赛车静止在起跑区。
- v. 开始比赛后，各组车模按照各自的比赛任务完成一次场上的比赛。如果车模在比赛过程中冲出赛道（越野组冲出比赛区域），则比赛重新开始。每支队伍总共有两次冲出赛道的机会。
- vi. 每支参赛队伍取两次预赛成绩中最好的一个作为最终预赛成绩；根据参赛队伍数量，由组委会根据成绩选取一定比例的队伍晋级决赛。
- vii. 全部车模在整个比赛期间都统一放置在车模的展示区内。

2) 决赛阶段规则

- i. 参加决赛队伍按照预赛成绩排序，比赛按照预赛成绩的倒序进行。

- ii. 决赛的比赛场地通常会共用一个赛道。决赛赛道与预赛赛道形状不同，占地面积会增大，赛道长度会增加。电磁组可以另外单独铺设跑道。
- iii. 每支决赛队伍只有一次上场比赛机会，比赛过程与要求同预赛阶段。注意：决赛队伍在场上比赛仍然和预赛过程一样：有两次冲出赛道的机会，但没有维修赛车的机会。
- iv. 预赛成绩不记入决赛成绩，只决定决赛比赛顺序。没有参加决赛阶段比赛的队伍，预赛成绩为最终成绩，参加该赛题组的排名。

（2）比赛流程

按照比赛顺序，裁判员指挥参赛队伍顺序进入场地比赛。同一时刻，一个场地上只有一支队伍进行比赛。

在裁判员点名后，每队指定一名队员持赛车进入比赛场地。参赛选手有 60 秒的现场准备时间。准备好后，裁判员宣布比赛开始，选手将赛车放置在起跑区内，即赛车的任何一部分都不能超过计时起跑线。比赛开始后车模应该在 30 秒内离开发车区。沿着赛道跑完一圈。由计时起跑线传感器进行自动计时。赛车跑完一圈且自动停止后，选手拿起赛车离开场地，将赛车放置回指定区域。

如果比赛完成，由计算机评分系统自动给出比赛成绩。

（3）比赛犯规与失败规则

比赛过程中，由比赛现场主裁判根据统一的规则对于赛车是否违反赛道约束条件进行裁定。赛车前两次冲出跑道时，由裁判员取出赛车交给比赛队员，立即在起跑区重新开始比赛。选手也可以在赛车冲出跑道后放弃比赛。

比赛过程中出现下面的情况，算作模型车冲出跑道一次。

- 裁判点名后,30 秒之内,参赛队没有能够进入比赛场地并做好比赛准备;
- 开始后,赛车在 30 秒之内没有离开发车区
- 双车追逐过程中,两辆赛车发生碰撞或者物理接触,也记为冲出跑道一次。
- 赛车在离开发车区之后 60 秒之内没有跑完一圈;

比赛过程中如果出现有如下一种情况，判为比赛失败：

- 赛车冲出跑道的次数超过两次；
- 比赛开始后未经裁判允许，选手接触赛车；
- 决赛后，赛车没有通过现场技术检验。

如果比赛失败，则不计成绩。

比赛禁止事项：

- 不允许在赛车之外安装辅助照明设备及其它辅助传感器等；
- 选手进入正式比赛场地后，除了可以更换电池之外，不允许进行任何硬件电路和软件的更换。但是可以手工改动电路板上的拨码开关或者电位器等；
- 比赛场地内，除了裁判与 1 名队员之外，不允许任何其他参赛人员进入场地；对于双车追逐组，可以允许两个队员进行场地。
- 不允许其它干扰或者远程遥控赛车运动的行为；
- 不允许赛车的任何传感器或者部件损毁跑道；
- 不允许车模设计方案抄袭，各个参赛队伍所设计的硬软件需要相互之间有明显的不同。参加双车追逐组比赛的双车，如果来自不同队伍，硬软件也需要有明显不同。

(4) 其它事宜

- 1) 现场正式比赛前，每个参赛队伍都有现场环境适应性调试阶段。调试跑道与比赛跑道形状不一定一样。
- 2) 比赛开赛之前，所有车模都由比赛组委会收集并存放在同一保管区域，直到比赛结束。
- 3) 在比赛期间，大赛组委会技术组将根据情况对参赛车模进行技术检查。如果违反了比赛规则的禁止事项，大赛组委会有权取消参赛队伍的成绩。

3、比赛奖项

比赛将按照“分赛区普及、全国赛提高”的原则，在分赛区、省赛区每个组

别分别按照相同的比例设置奖项。 每个组别按照相同的队伍选拔各分赛区队伍参加全国总决赛。

(1) 分赛区奖项设置:

一等奖: 分赛区参赛队伍前 20%队伍。

二等奖: 分赛区参赛队伍 35%。

三等奖: 正常完成比赛但未获得一、二等奖的队伍。

优秀奖: 未正常完成比赛, 但通过补赛完成比赛的队伍。

各分赛区可以根据比赛需要, 修改和设置不同的奖项, 并报大赛组委会审批。

(2) 全国总决赛奖项设置:

第十一届全国总决赛奖项设置将另行发布。

六、其它

- 1.比赛过程中有其他作弊行为的, 取消比赛成绩;
- 2.参加预赛并晋级决赛的队伍人员不允许改变;
- 3.参加全国总决赛的队伍中的队员最多只允许改变一名队员。
- 4.本规则解释权归比赛组织委员会和竞赛秘书处所有。

第十一届全国大学生“飞思卡尔”杯智能汽车竞赛组织委员会

全国大学生智能汽车竞赛秘书处

2015 年 11 月 15

七、附件

1、附录 1：车模修改要求

- 1) 禁止不同型号车模之间互换电机、舵机和轮胎；
- 2) 禁止改动车底盘结构、轮距、轮径及轮胎；如有必要可以对于车模中的零部件进行适当删减；
- 3) 禁止采用其它型号的驱动电机，禁止改动驱动电机的传动比；
- 4) 禁止改造车模运动传动结构；
- 5) 禁止改动舵机模块本身，但对于舵机的安装方式，输出轴的连接件没有任何限制；
- 6) 禁止改动驱动电机以及电池，车模前进动力必须来源于车模本身直流电机及电池；
- 7) 禁止增加车模地面支撑装置。在车模静止、动态运行过程中，只允许车模原有四个车轮对车模起到支撑作用。对于电磁平衡组组，车模直立行走，在比赛过程中，只允许原有车模两个后轮对车模起到支撑作用。
- 8) 为了安装电路、传感器等，允许在底盘上打孔或安装辅助支架等。
- 9) 车轮

参赛车模的车轮需要是原车模配置的车轮和轮胎，不允许更改使用其它种类的车轮和轮胎，不允许增加车轮防滑胶套。

如果车轮损坏，则需要购买原车模提供商出售的车轮轮胎。

允许对于车轮轮胎做适当打磨，但要求原车轮轮胎花纹痕迹依然能够分辨。
不允许对于车轮胎进行雕刻花纹。

参赛队伍的轮胎表面不允许有粘性物质，检测标准如下：

车模在进入赛场之前，车模平放在地面 A4 打印纸上，端起车模后，A4 打印纸不被粘连离开地面。检查过程如下图所示：

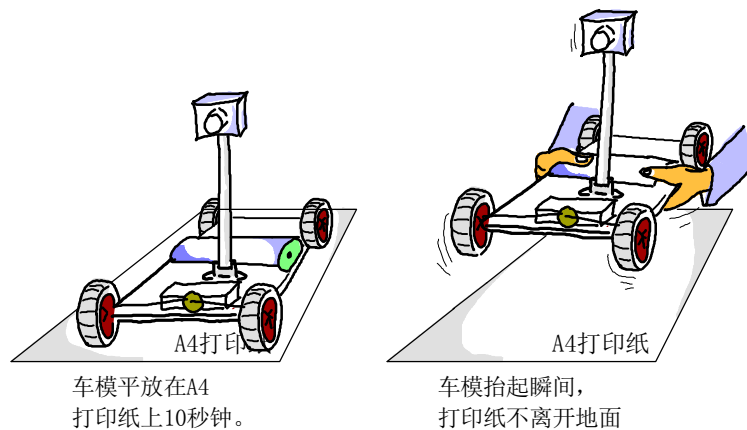


图 24 车轮胎 A4 纸粘性检查

车模在赛道上运行之后，不能够留下可辨析的痕迹。

10) 电磁平衡组车模电池位置

允许更改车模电池的安装位置，但要求电池外轮廓距离车模底盘及其附属物的最短距离不得超过 30mm。车模底盘附属物包括车轮、车轮支架、电机支架、编码盘支架。



图 25 车模底盘及其附属物示意图

电池距离车模底盘最小距离的示意图如下：

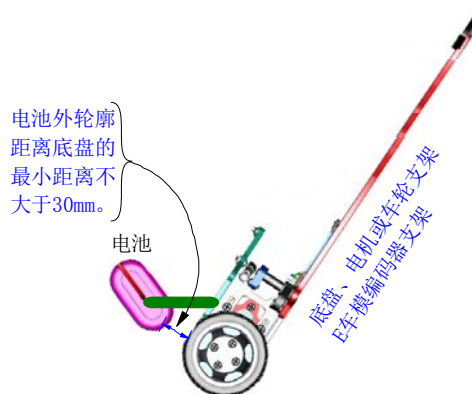


图 26 电池距离车模底盘最小距离示意图