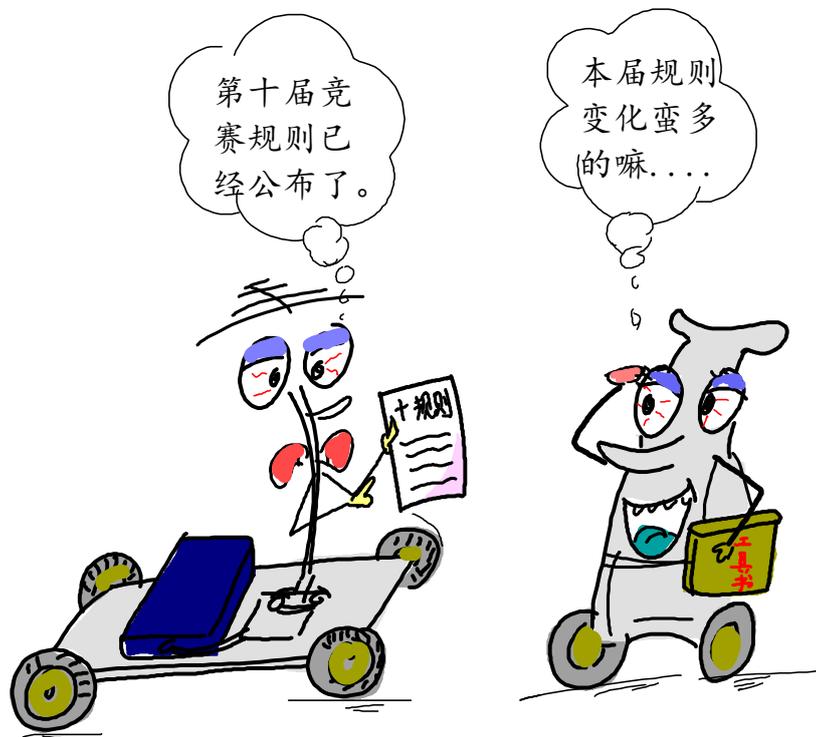


freescale™ 杯
飞思卡尔

第十届全国大学生 智能车竞赛

竞速比赛规则与赛场纪律



教育部司

关于委托高等学校自动化专业
主办全国大学生智能汽车竞赛

高等学校自动化专业教学指导分委员会
加强大学生的创新意识、合作精神
是当前高等教育教学改革的重要内容
高等学校自动化专业教学指导分委员会
汽车竞赛，第一届全国大学生智能汽车
竞赛，希望通过竞赛，进一步促进高等
学校、协作精神和工程实践能力的培养
题的能力，充分利用面向大学生的群
人才的脱颖而出创造条件，不断提高

全国大学生智能汽车竞赛秘书处

2014-11-10

立足培养 · 重在参与 · 鼓励探索 · 追求卓越

目 录

一、器材限制规定	4
1、车模	4
2、电子器件	12
二、赛场规定	13
三、裁判及技术评判	13
四、分赛区、总决赛比赛规则	13
1. 初赛与决赛规则	14
2. 比赛过程规则	15
3. 比赛犯规与失败规则	15
4. 比赛组织说明	16
五、其他	17
附件一：智能竞赛车模的规定	18
附件二：电路器件及电路制作限制	20
附件三：赛道规则	22
附件四：控制灯塔器件及电路说明	28
附件五：赛道设计参考图库	30

第十届竞赛规则导读说明

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. B, C 车模在光电和摄像头组中的使用进行了调整；
2. 电磁组比赛采用双车模跟踪比赛的方式，比赛的成绩由两部分组成：一部分是两个车模运行的时间；另一部分是两个车模运行的时间差；
3. 光电组和摄像头组的比赛采用发车灯塔控制的方式。参赛队伍的车模需要能够识别灯塔的指示信号完成车模的出发和停止控制；
4. 赛道元素中，光电和摄像头组去除了第九届的强制调头区（人字路口），新增增加了两个比赛元素：一是直角弯；二是中心线导引路段；赛道的路障由原来的两块砖头改成了三角楔形，距离中心线的位置为五厘米。电磁组赛道中不设置路障。
5. 比赛微控制器增加了飞思卡尔 32 位 Kinetis KEA 系列。为了鼓励选手使用这款微处理器，飞思卡尔公司将对选用该系列微处理器的队伍，在全国总决赛中的三个组别再分别单独排名，成绩排前三名的队伍分别有额外的现金奖励（5000, 3000, 2000 元人民币）。
6. 赛道材质改为 PVC 耐磨塑胶地板，详细说明将在 12 月初单独公布。
7. 每支参赛队伍的赛前准备时间增加至 20 分钟，取消现场修车环节，因此需要参赛选手努力提高车模的可靠性。

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。大赛根据道路检测方案不同分为电磁组、光电平衡组与摄像头组三个赛题组。使用四轮车模通过感应由赛道中心电线产生的交变磁场进行路经检测的属于电磁组，该组别比赛时为双车同时行进；使用两轮车模保持车体直立行走并通过指定的线阵 CCD 器件或者分立的光电管传感器获得一维连续或者离散点赛道信息的属于光电平衡组；使用四轮车模利用摄像头进行赛道信息检测，属于摄像头组。

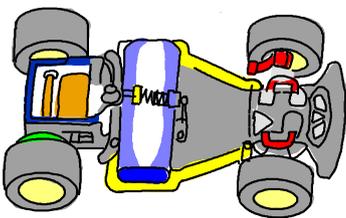
竞赛秘书处制定如下比赛规则适用于各分/省赛区比赛以及全国总决赛，在实际可操作性基础上力求公正与公平。

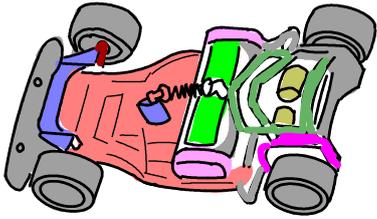
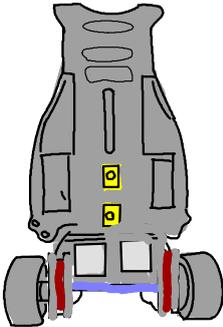
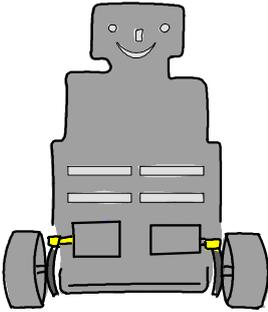
一、器材限制规定

1、车模

本届比赛指定采用四种车模，分别用于三个赛题组。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	供应厂商
B 型 车 模	 <p>电机：540，伺服器：S-D5</p>	电磁组	北京科宇通博 科技有限公司
C 型 车		摄像头	东莞市博思电 子数码科技有 限公司

模	 电机 RN-260, 舵机: FUTABA3010	组	
D 型 车 模	 电机 RN-260	光 电 平 衡 组	东莞市博思电 子数码科技有 限公司
E 型 车 模	 电机 RS-380	光 电 平 衡 组	北京科宇通博 科技有限公司

注 1: 光电平衡组可以允许选择不同的 D, E 车模参加比赛。

注 2: 电磁组可以选用 B 型车模, 也可以选用 C 型车模。

无论是四轮车模还是双轮车模, 可以自行选择车模前进方向。如下图所示:

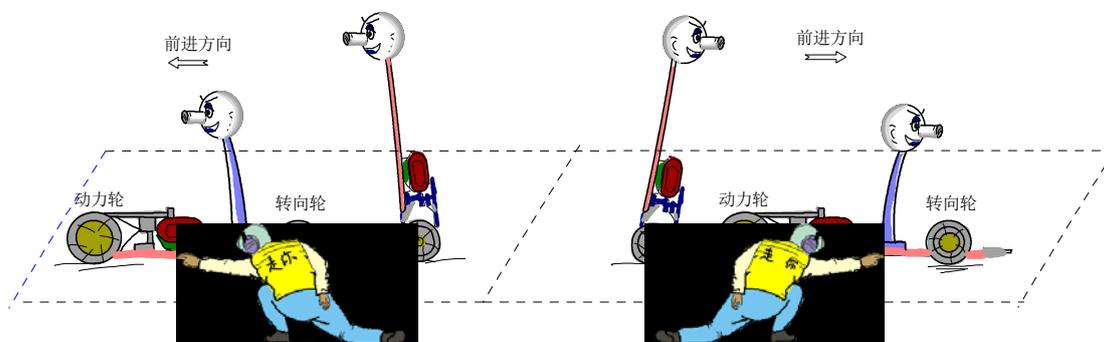


图 1 车模运行方向可以自行选择

各赛题组车模运行规则:

- (a) **电磁组**：电磁组采用双车模追逐比赛形式，参赛队伍可以由 4 位同学组成。两个车模可以采用相同的 B 型车模，也可以采用 B 型车模与 A,B,C 型车模相混合的方式。如下图所示：

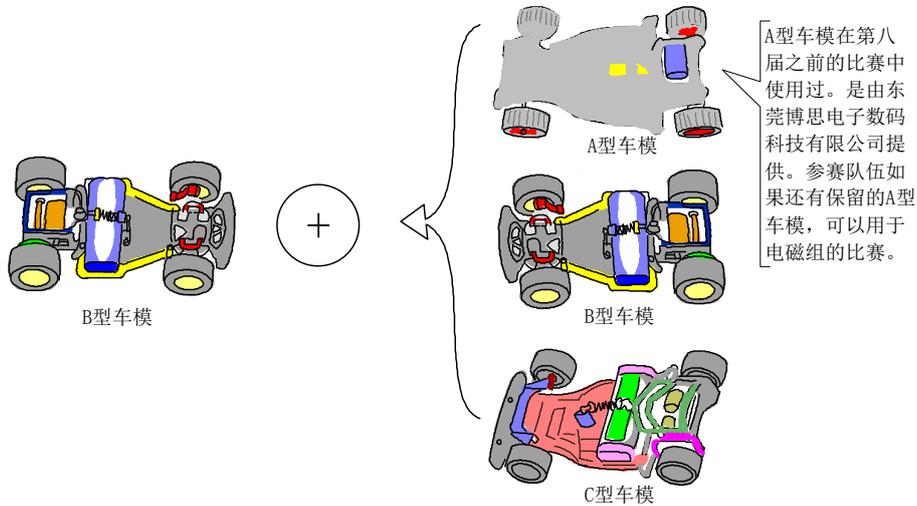


图 2 电磁组双车模的组成

电磁组为双车模同时运行比赛方式，每支参赛队伍需制作两辆参赛车辆。两辆车模之间没有有形的物理连接。比赛时两车模同时放置在出发区域，车模之间的间隔不限，同时出发。比赛时间从第一辆车冲过起跑线开始计时，以第二辆车模通过终点结束。比赛总成绩为车模比赛时间与双车模通过终点时间差的五倍之和，即：

t_1, t_2 分别是第一辆车和第二辆车通过终点的时间，比赛成绩为：

$$t = \max(t_1, t_2) + 5|t_2 - t_1|。$$

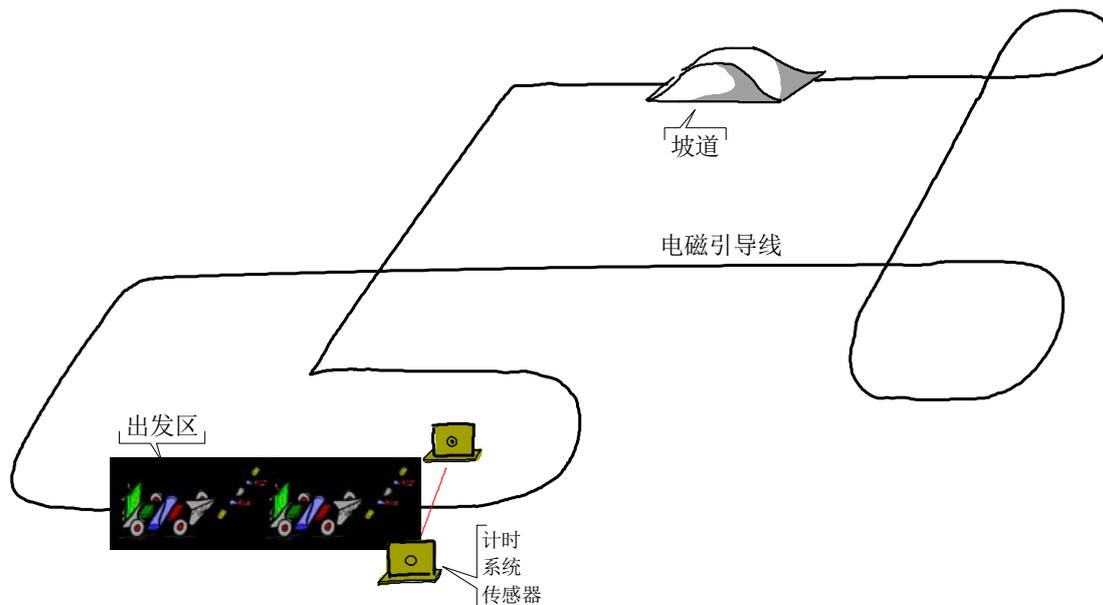


图 3 电磁组双车模比赛和计时示意图

因此，为了完成比赛，不仅要保证两车在行驶过程中不相撞，同时尽可能实现双车同时通过终点。允许双车并排通过终点，但两车之间不能发生碰撞和接触。

电磁组两辆车模之间不允许有任何有形的物理连接，但可以通过光电或者射频进行信息交互。两车模可以同时都是用电磁传感器识别赛道进行比赛；也可以采用前车模使用电磁传感器识别赛道，后车通过光电、摄像头传感器以及无线通讯方式跟踪前车运行。

电磁组可以自行定义一号和二号车模。在比赛各场次中，选手可以自行选择一号或者二号车模的发车顺序。发车时，两个车模处于 1.5 米的发车区域内。如下图所示：

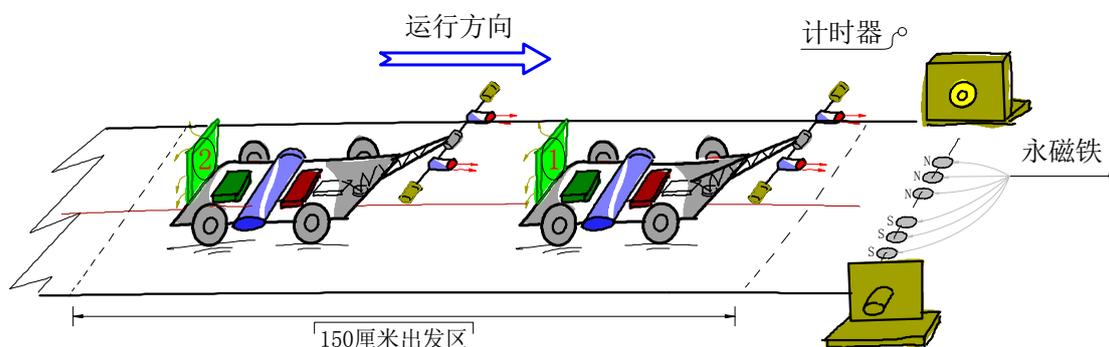


图 4 电磁双车模出发示意图

电磁组的起跑线依然使用永磁铁作为标识，永磁铁的分布如下图所示：

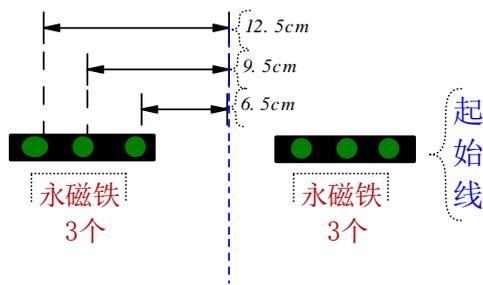


图 5 电磁组起跑线上的永磁体位置分布

(b) 摄像头组：使用 C 型车模。

(c) 光电平衡组：使用 D 或者 E 双轮车模，直立行走。车模运行时只允许动力轮着地。

摄像头组和光电组车模比赛采用发车灯塔控制方式。比赛前赛车处于发车灯塔前发车区内静止。当发车灯塔灯灭后，赛车开始运行：如下图所示：

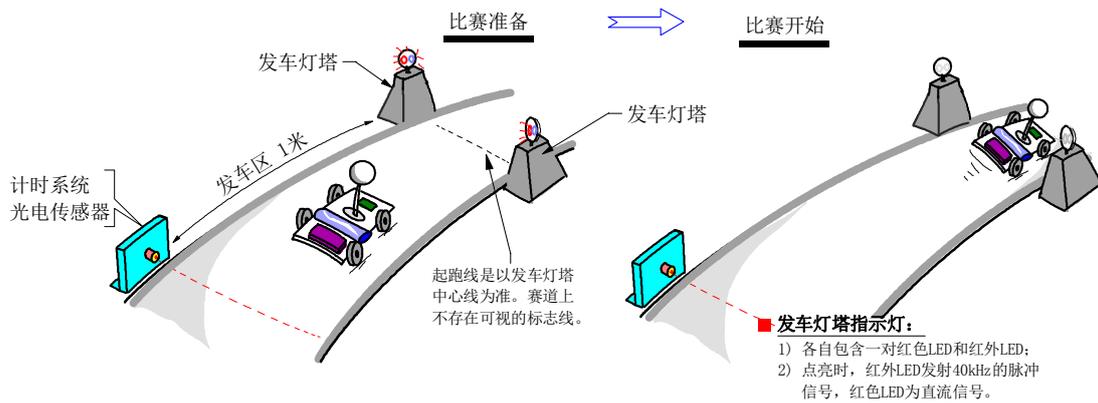


图 6 摄像头组和光电组发车灯塔

(注意：赛道上没有可见的起跑线和终点线)

发车灯塔不仅控制车模出发，同时控制车模结束。灯塔发光二极管水平位置时高度为 10 厘米。两个灯塔分别包括一对发光 LED，每组包括有一个红色 LED 和一个红外 LED。LED 点亮时，红色 LED 通过 20mA 的直流电流，红外 LED 通过有 40kHz 的方波脉冲电流，占空比为 50%，峰值电流为 20mA。如下图所示：

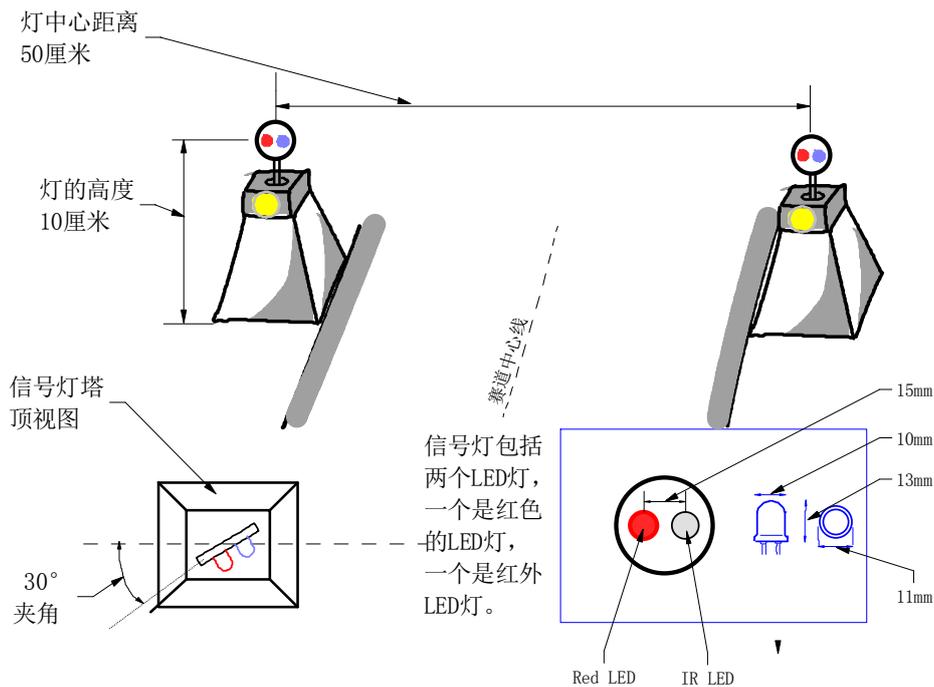


图7 发车灯塔结构图

对于灯塔的底座机械结构没有特别规定形式。参赛队伍可以选择容易材料制作。主要保证灯间距 50 厘米、灯高度 10 厘米和灯面夹角 30°。如下图所示的灯塔结构，由于灯塔底座距离赛道有一定的距离，不仅可以减少灯塔可能在赛道上的产生的阴影，同时也降低了灯塔底座可能与车模相撞的几率。

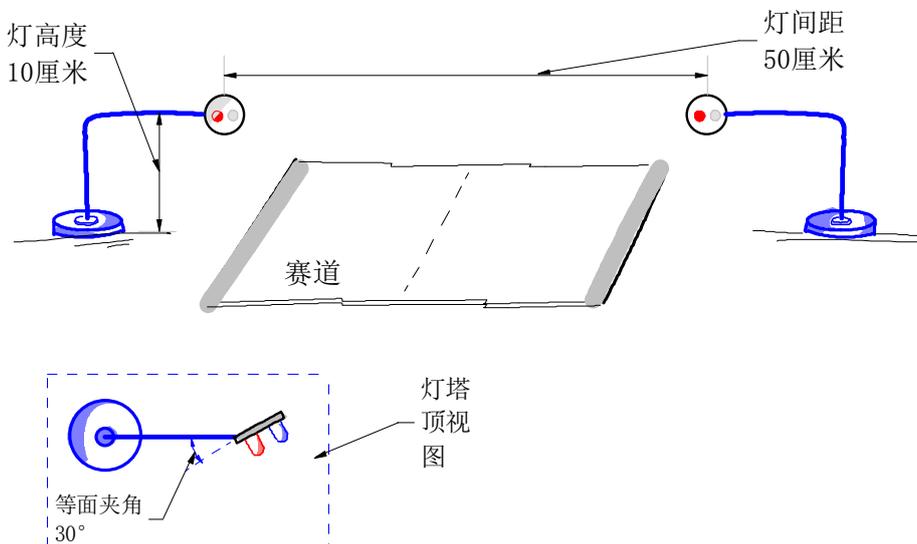


图8 发车灯塔底座结构示意图 1

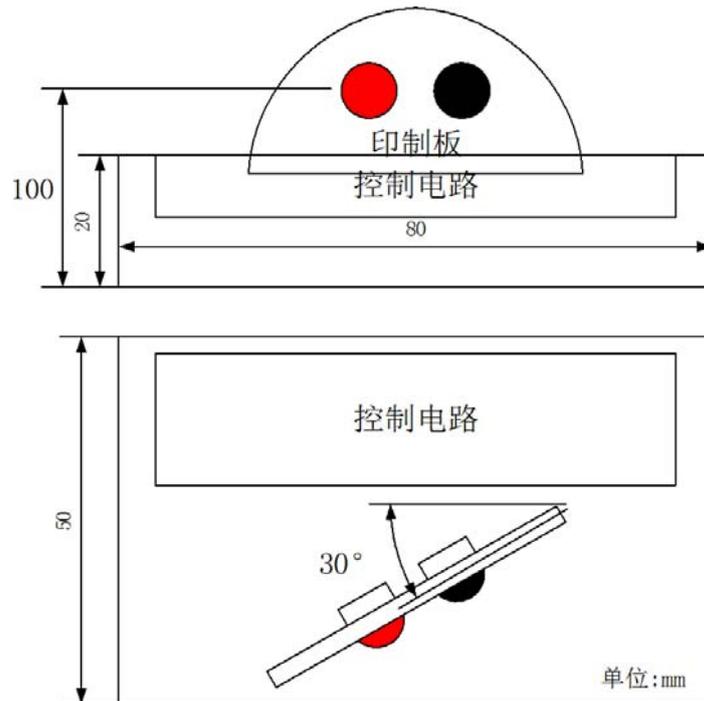


图9 灯塔底座结构示意图 2

关于灯塔相关电路参考电路部分参加附录四。

选手发车时，车模的任何部位不得越过灯塔所在的起始位置。

在发车灯塔前一米处赛道旁安装有计时系统光电传感器。计时从发车灯塔熄灭开始，车模返回通过计时系统的光电传感器后结束。

车模为了完成比赛，除了能够识别赛道之外，还需要能够检测发车灯塔上脉冲灯光。可以通过简单的光电传感器来实现，也可以使用 CCD 进行检测。

摄像头组和光电组的比赛分为以下四个阶段：

1. **起跑阶段：**车模在发车灯塔前一米起跑区内静止，此时**车模任何部位不得超过发车灯塔中心对应的起跑线**。灯塔灯光熄灭后，比赛计时系统开始计时。车模需要在五秒钟之内冲过起跑区域此期间的车模延迟时间计算在比赛成绩中。如果车模没有能够在五秒钟冲过起跑线，则算作车模冲出赛道一次，重新开始。
2. **比赛阶段：**车模冲过起跑线在赛道上运行。发车灯塔在 LED 熄灭五秒钟后重新点亮，为车模到达终点做准备。
3. **冲刺阶段：**车模运行到终点附近，在尚未通过计时系统光电传感器之前检测到发车灯塔上的 LED 脉冲灯光。此时车模应该准备减速慢行，直至通过计时系统光电传感器。
4. **停止阶段：**计时系统检测到车模通过时，比赛计时结束。同时发车灯塔

上的 LED 灯光熄灭。车模检测到 LED 灯光熄灭时，应该立即停止。如果车模停止在灯塔前，比赛正常结束。如果车模没有能够停止在灯塔前，比赛时间加罚一秒钟。

具体比赛过程参加下图所示：

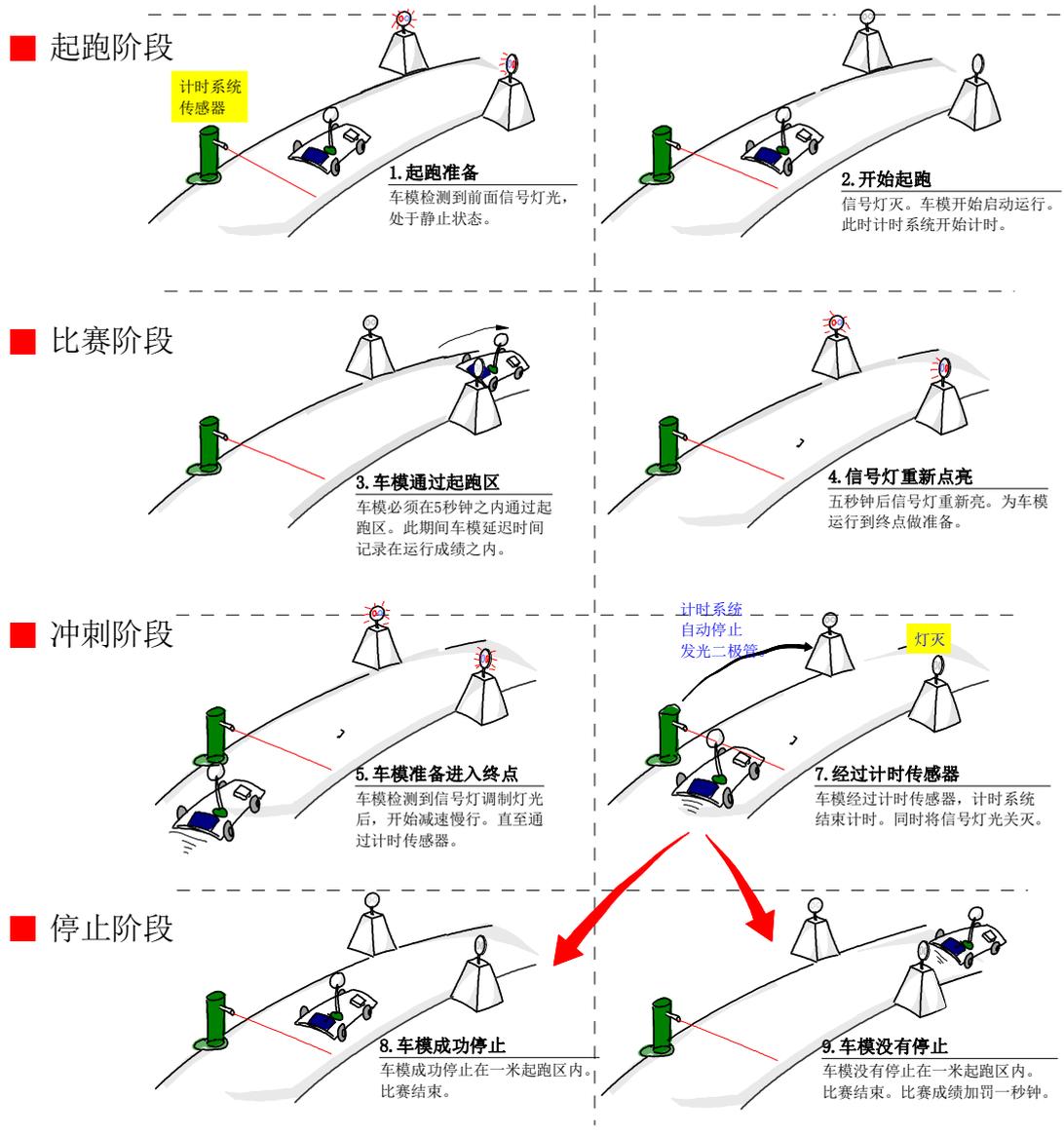


图 10 摄像头组和光电平衡组比赛过程

- 细节及改动限制见附件一。
- 如果车模中禁止改动的部件发生损坏，需要使用相同型号的部件替换；
- 摄像头组车模改装完毕后，车模尺寸不能超过：250mm 宽和 400mm 长；电磁组车模改装完毕后，车模尺寸宽度不超过 250mm，长度没有限制；光电平衡组车模改装完毕后，车模尺寸的宽度不超过 250mm，高度没有限制。

制。如下图所示：

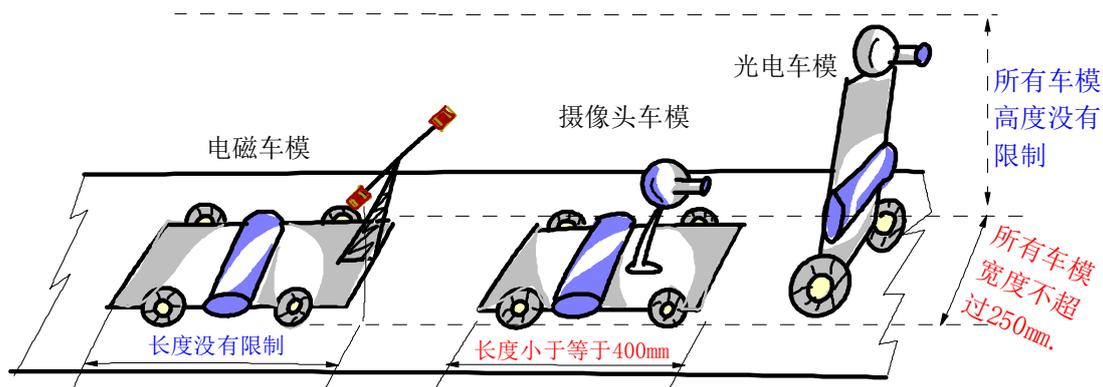


图 11 车模改装后尺寸限制

2、电子器件

1) 微控制器：

- 采用飞思卡尔半导体公司的 8 位、16 位、32 位处理器作为唯一的微控制器。
有关细节及其它电子器件使用的限制见附件二；

2) 传感器：

- 参加电磁赛题组允许使用光学传感器获得道路中路障信息、车速运行信息、车辆前后距离信息。赛道没有黑色中心线、边界线等光学引导线。
- 参加光电平衡组的车模可以使用光电传感器、指定型号的线性 CCD 传感器进行道路检测，禁止使用激光传感器，禁止使用二维摄像头器件。
光电组若采用线性 CCD，需使用 Texas Advanced Optoelectronic Solution 公司的 TSL1401 系列的线性 CCD。
- 摄像头赛题组可以使用光电管作为辅助检测手段。
- 非电磁组赛车不允许使用检测磁场信号传感器。

相关规定参见下表所示：

表 2 各赛题组传感器限制

传感器模块	电磁组	摄像头组	光电平衡组
面阵 CCD	允许 ^(注1)	允许	不允许
TSL1401	允许 ^(注1)	不允许	允许
光电管	允许 ^(注1)	允许	允许
激光发射管	不允许	不允许	不允许

电磁传感器	允许	不允许	不允许
射频或者红外通信模块	允许 ^(注2)	不允许	不允许
其它自选传感器	允许	允许	允许

注 1：电磁组允许使用光学传感器仅用于车辆之间位置和距离识别，不能用于赛道边缘的识别。电磁组虽然存在赛道，但有可能在某些区域赛道与背景是无法区分，赛道的上有可能存在颜色斑块和图案。

注 2：射频或者无线通信模块仅用于电磁车模之间的通信，不允许用于接收两车模之外其它无线通信信息。

二、赛场规定

1. 赛道基本参数（不包括拐弯点数、位置以及整体布局）见附件三；
2. 比赛赛道实际布局将在比赛当日揭示，在赛场内将安排采用与制作实际赛道相同的材料所做的测试赛道供参赛队进行现场调试。

三、裁判及技术评判

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。

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。

四、分赛区、总决赛比赛规则

分赛区和总决赛的比赛规则相同，都具有电磁组、光电平衡组和摄像头三个赛题组比赛。光电平衡组和摄像头的比赛原则上在同一个场馆同时进行。三个赛

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初赛与决赛两个阶段。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三个赛题组。

1. 初赛与决赛规则

1) 初赛阶段规则

- i. 比赛场中有三条赛道。
- ii. 参赛队根据比赛题目分为三个组，并以抽签形式决定组内比赛次序。
- iii. 比赛分为两轮，三个赛题组同时在三个赛道上进行比赛，每支参赛队伍可以在每轮比赛之前有 20 分钟的现场调整时间。在此期间，参赛队伍可以携带有维修工具（除了计算机之外）。参赛队伍只允许对赛车的硬件（不包括微控制器芯片）进行调整，允许对赛车损毁部分进行修理。
- iv. 在每轮比赛中，选手首先将赛车放置在起跑区域内赛道上，赛车静止在起跑区。光电平衡组和摄像头组的车模需要停留在起跑区发车栏灯塔前。此期间，车模不得越过起跑线和退出一米出发区。电磁组由于采用双车同时运行，出发区的长度增加为一米五。
- v. 光电平衡组和摄像头组车模的比赛从发车灯塔灯光熄灭开始，在赛道上运行完一圈后通过计时器比赛结束。电磁组车模的比赛从第一辆车模通过起跑线开始计时，直到两辆车模运行完毕，第二辆车模再次通过起跑线结束。比赛结束后，光电组和摄像头组的车模需要停止在灯塔与计时器之间的一米起跑区内。电磁组两辆车模必需停止在起跑线之后的三米的赛道上。如果没有停止在规定的区域内，比赛时间加罚一秒。
- vi. 每支参赛队伍以在两个单圈成绩中较好的一个成绩作为最终初赛成绩；计时由电子计时器完成并实时显示。
- vii. 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。
- viii. 晋级决赛的赛车在决赛前有 20 分钟的调整时间。在此期间，参赛队伍只允许对赛车的硬件（不包括微控制器芯片）进行调整，对赛车损毁部分进行维修。技术评判组将对全部晋级的赛车进行现场技术检查，如有违反器材限制规定的（指本规则之第一条）立即取消决赛资格，由后备首名晋级代替。
- ix. 由裁判组申报组织委员会批准公布决赛名单。

x. 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. 决赛的比赛场地使用一个赛道。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，在跑道上跑一圈，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. 计时由电子计时器完成并实时显示。
- v. 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、比赛过程规则

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。光电和摄像头赛车应该在 5 秒之内离开出发区，电磁组车模应该在比赛开始后 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;
- 在电磁组比赛开始后,赛车在 30 秒之内没有离开出发区;在光电组和摄

像头组比赛时，发车灯塔 LED 熄灭 5 秒钟没有离开出发区；

注：发车灯塔可以由裁判在比赛开始后 30 秒钟之内，由参赛队员申请抬起比赛，或者在 30 秒钟之后自动熄灭。

- 电磁组在运行过程中，两辆赛车发生碰撞或者物理接触，也记为冲出跑道一次。
- 赛车在离开出发区之后 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；
- 不允许其它干扰赛车运动的行为；
- 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。参加电磁组比赛的双车，如果来自不同队伍，硬软件也需要有明显不同。

4. 比赛组织说明

- 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。

五、其他

- 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

组织委员会

2014 秘书处 10 日

附件一：智能竞赛车模的规定

- 1) 禁止不同型号车模之间互换电机、舵机、车轮和轮胎；
- 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。对于光电平衡组，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。如果原轮胎有花纹，则要求原轮胎花纹痕迹打磨后依然能够分辨；如果原轮胎无花纹，则不允许对轮胎雕刻花纹。

参赛队伍的轮胎表面不允许有强烈粘性物质，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：

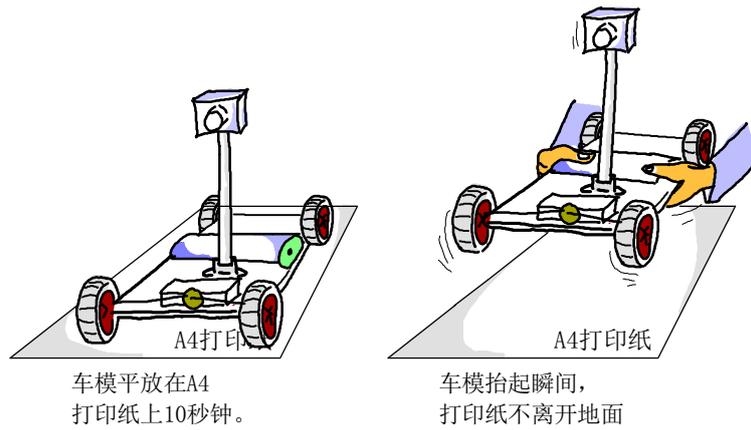


图 12 车模轮胎粘性检查标准

10) 光电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。



图 13 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：

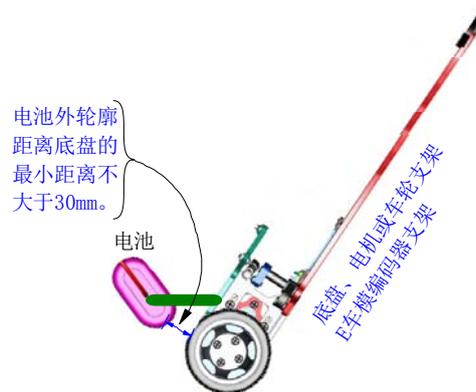


图 14 电池距离车模底盘最小距离的示意图

附件二：电路器件及电路制作限制

- 1) 本着进一步限制克隆车的原则，同一组别不同队伍之间需要采用飞思卡尔不同系列的微控制器，以从软件设计上避免克隆车问题。
- 2) 飞思卡尔不同系列的微控制器包括：
 - ✓ 32 位 Kinetis (ARM® Cortex™ -M0+)系列，包括：Kinetis E,L, M,KEA 等系列；
 - ✓ 32 位 Kinetis (ARM® Cortex™-M4)系列，包括：Kinetis K,W 等系列。
 - ✓ 32 位 ColdFire 系列；
 - ✓ 32 位 MPC56xx 系列；
 - ✓ DSC 系列；
 - ✓ 16 位微控制器，
 - ✓ 8 位微控制系列系列。

注意：第十届比赛中，将 32 位 Kinetis 微控制器系列分成两组，同一学校的同一赛题组的两个队伍可以同时选择 Kinetis 系列微控制器，只要保证分别使用 ARM® Cortex™-M0 和 ARM® Cortex™-M4 系列即可。

为了鼓励选手使用飞思卡尔公司最新的 KEA 系列的微处理器，选用该系列微处理器的队伍，在全国总决赛时，按组再次单独排名，前三名的队伍分别给予现金奖励（5000, 3000, 2000 元人民币）。

- 3) 核心控制模块可以采用组委会提供的 K10、9S12XS128，也可以选用 2) 中所述飞思卡尔公司微控制器自制控制电路板。每台车模除了 8 位微控制系列可以允许同时使用两片之外，其它系列的微控制器则只能使用一片。
- 4) 除了上述规定的微控制器之外不得使用辅助处理器以及其它可编程器件；
- 5) 伺服电机数量不超过 3 个。**除了原车模配置的转向舵机之外，新增加的舵机的型号必须是由广东博思公司提供的舵机 FUTABA3010 或者由北京科宇通博科技有限公司提供的 S-D5 舵机。**
- 6) 传感器数量不超过 16 个。传感器数量统计规则如下：
 - ✓ 光电传感器接受单元计为 1 个传感器，发射单元不计算；
 - ✓ CCD 传感器计为 1 个传感器；
 - ✓ 磁场传感器在同一位置可以有不同方向传感器，计为一个传感器。
 - ✓ 电磁组用于检测起跑线永磁铁的干簧管或者霍尔传感器，无论多少个均计为一个传感器。
 - ✓ 对于车模的车速和姿态进行检测的传感器也计算在内。
- 7) 在光电平衡组中，如果选用加速度器，则必须选择飞思卡尔公司的加速度

器。对于陀螺仪的型号没有任何限制。

- 8) 光电组如果使用线阵 CCD 则必须使用 Texas Advanced Optoelectronic Solution 公司的 TSL1401 系列的线性 CCD。
- 9) 车模上直流电源使用大赛指定规格的可充电电池
- 10) 禁止使用 DC-DC 升压电路直接为驱动电机以及舵机提供动力；
- 11) 本竞赛智能车中，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。

其它事项：

- 1) 开发软件可以选择 CodeWarrior 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；
- 3) 电路所使用元器件（传感器、各种信号调理芯片、接口芯片、功率器件等）种类与数量都可以自行设计选择。

附件三：赛道规则

1、赛道基本情况

(1) 赛道材质：

赛道路面采用 PVC 耐磨塑胶地板，颜色为浅灰或者浅黄色，底层可以通过加铺泡沫材料，将赛道整体垫至 1-2 厘米高。赛道铺设背景的材料和颜色没有任何限制。具体材料性质说明将在 12 月公布。

(2) 赛道尺寸：

在初赛阶段时，跑道所占面积在 $5\text{m} \times 7\text{m}$ 左右，决赛阶段时跑道面积可以增大。赛道为封闭曲线形式，赛道的总长度没有限制。

赛道宽度不小于 45cm。赛道与赛道的中心线之间的距离不小于 60cm；如下图所示。

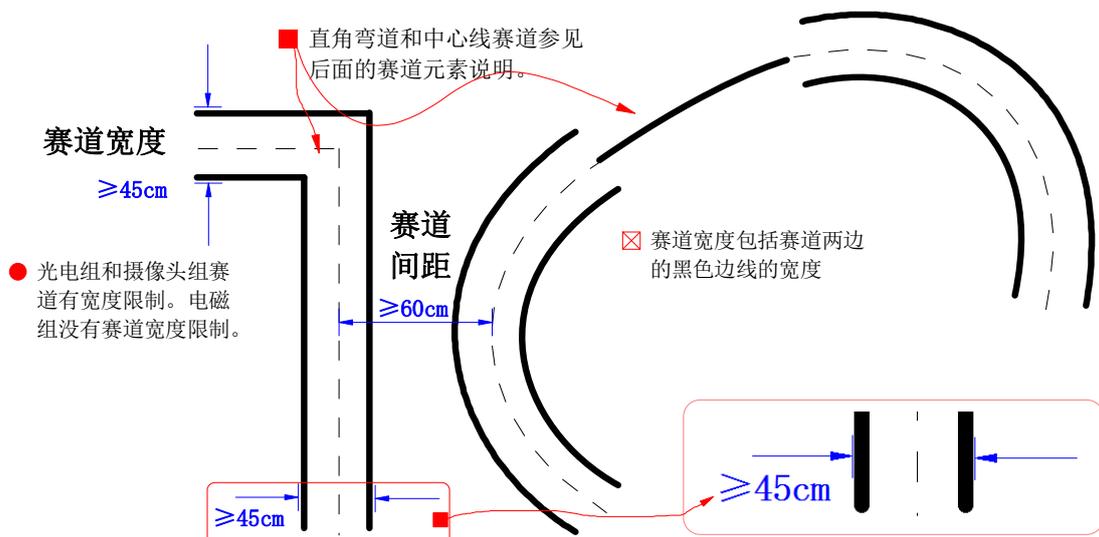


图 15 赛道宽度与赛道间距

注：上图中的直角弯道和中心线赛道参加后面的赛道元素说明

2、光电平衡组、摄像头组赛道导引线：

赛道导引线用于引导车模完成赛道一圈比赛。

光电平衡组和摄像头组的赛道导引线主要是分布在赛道两侧的黑色边界线，边界线的宽度为 $25 \pm 5\text{mm}$ 。如下图所示：



图 16 光电平衡组和摄像头组的赛道导引线

在赛道中会存在若干段以中心线为引导线的路段。中心引导线为宽度为 $25 \pm 5\text{mm}$ 的黑线。每段中心线的长度不超过 2 米。中心引导线只会出现在直道或者弯道上，距离赛道中的十字路口、坡道、直角弯道、路障有一米以上的距离。

摄像头车模在运行过程必须保证有三个车轮同时在赛道的边界线内；光电平衡组车模在运行过程中必须保证车模的两个车轮同时在赛道的边界线内。

三、电磁组赛道说明：

1、电磁组引导线

电磁组赛道导引线为一条铺设在赛道上直径为 $0.1\text{-}1.0\text{mm}$ 漆包线，其中通有 20kHz ， 100mA 的交变电流。频率范围 $20\text{k} \pm 1\text{k}$ ，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方波，则可以使用普通的数字万用表的交流电流档测量电流源输出的电流值。

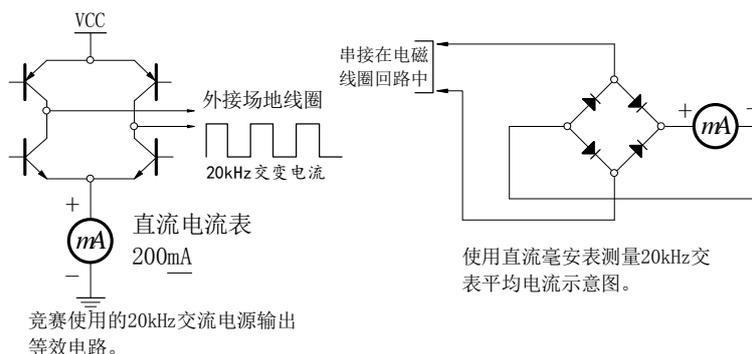


图 17 交变电流信号的测量

2、电磁组赛道

电磁组赛道中存在直角元素。为了避免赛道之间的强干扰，特别是在直角拐弯处的影响，规定电磁组赛道中，如果存在相邻的直角弯道，则两直角之间的距离不小于 100 厘米。直角弯道包括两种情况，一是十字交叉路，二是普通的直角弯道。

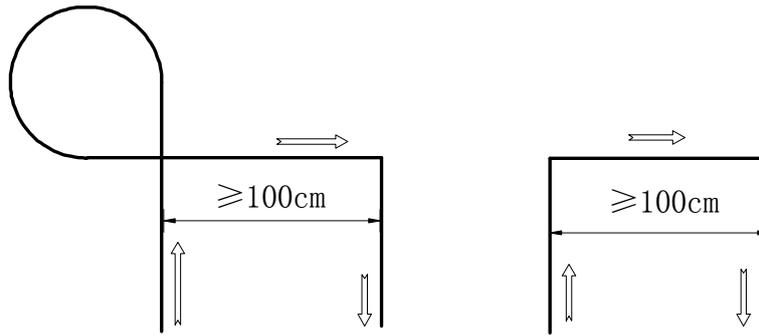


图 18 电磁组赛道直角间距规定

注意：在第十届电磁组比赛中，对于车模是否冲出赛道的判别标准与光电和摄像头组一致。

第十届比赛允许电磁双车模组使用光电和摄像头器件用于识别车模之间的位置和距离，但不允许用于赛道的识别和跟踪。因此电磁组赛道上中可能存在若干段和背景颜色一致路段，同时还会存有许多颜色斑块和图案。

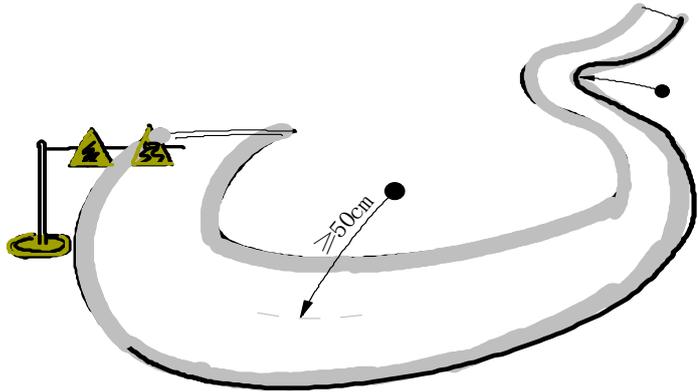
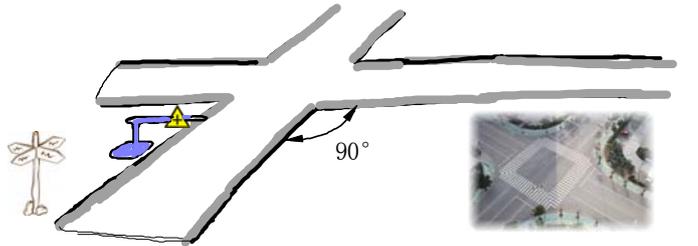
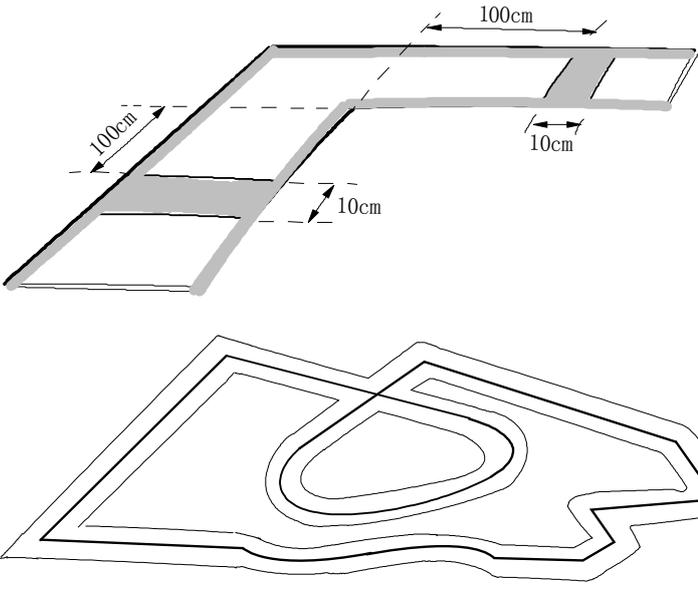
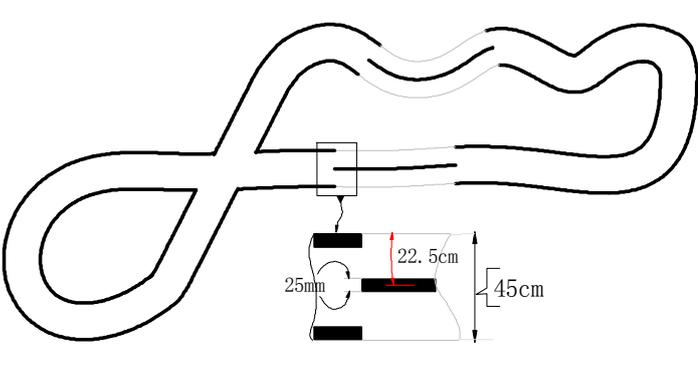
四、赛道元素

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 3 赛道元素

赛道元素	图例	说明
直线道路		<p>这是赛道的基本形式。光电平衡组组和摄像头组的赛道两边有黑色边线。电磁组没有赛道宽度限制。</p>

<p>曲线 弯道</p>		<p>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。</p>
<p>十字 交叉口</p>		<p>车辆通过十字交叉路口需要直行，不允许左转、右转。</p>
<p>直角 拐弯</p>		<p>在直角弯道两边距离 1 米处路面上有宽度为 10 厘米、长度等于路宽的黑色标识，用于光电平衡组和摄像头组检测提前减速。</p> <p>比赛中的电磁组也可能出现折角弯道。折角弯道可能是直角，也可能是大于 90° 的任何角度。折角弯道前没有任何标识</p>
<p>中心 引导线</p>		<p>在赛道中会存在若干段以中心线为引导线的路段。中心引导线为宽度为 25±5mm 的黑线。每段中心线的长度不超过 2 米。中心引导线只会出现在直道或者弯道上，距离赛道中的十字路口、坡道、</p>

		直角弯道、路障有一米以上的距离。
赛道障碍	<p>障碍边缘距离赛道中心线的距离5厘米</p>	<p>赛道障碍是对称楔形体，长宽高分别为 30、10、5 厘米。</p> <p>路障内侧边缘距离赛道中心线距离是 5 厘米</p> <p>电磁组没有赛道障碍。</p>
不对称坡道	<p>$\alpha \le 20^\circ$</p> <p>● (1, 2, 3) 过渡弧长大于10cm</p> <p>$\alpha \le 20^\circ$</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 4 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
直角弯道	存在	存在	不存在	存在
中心线赛道	存在	存在	不存在	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

电磁折角弯道	存在	存在	存在	存在
--------	----	----	----	----

附件四：控制灯塔器件及电路说明

1. 发光二极管选择

发光二极管包括两种：一种是红光 LED，一种是红外 LED。

红光 LED 主要用于 CCD 识别以及比赛过程标识。因此需要满足一定的尺寸和亮度。尺寸选择直径为 10mm 的红色发光二极管，正向电流大于 20mA 均可以使用。在下图中给出了推荐的典型红光 LED 的相关参数，参赛队伍可以选择相近 LED 制作。

红外 LED 主要用于简易红外接收管检测。由于只是检测调制红外光波是否存在，所以红外发光管的外径尺寸对于比赛实际上没有影响，所以可以选择直径为 3mm, 5mm 或者 10mm。由于大多数红外接收管敏感波长范围都能够覆盖到 850nm 至 940nm，所以选择任意一款这个范围内的红外发光管也都能够满足需要。

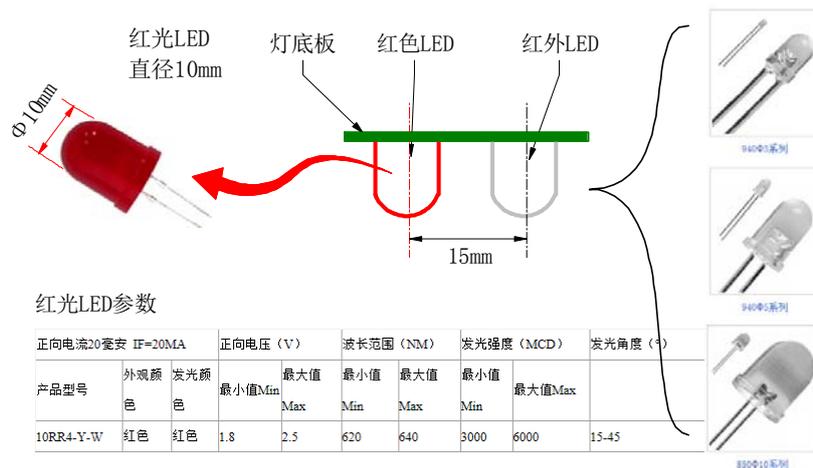


图 19 发光二极管

上图所示两个 LED 在灯底板上的距离为 15mm。灯底板颜色为普通的电路板的绿色。

2. 控制电路说明

为了使得参赛队伍可以使用简单的红外接收管就能够可靠检测到控制灯塔的信号，对于发光二极管中的红外 LED 采用 40kHz 的方波脉冲电流驱动。下图所示一种红外接收管及其工作波形。

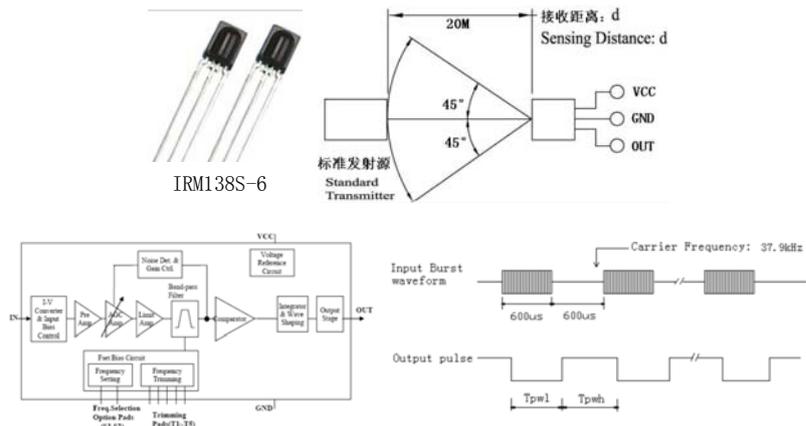


图 20 IRM138S-6 红外接收管

所以灯塔控制电路应该包括有 40kHz 的方波震荡电路、功率输出输出电路、外部控制接口以及电源电路等。系统框图如下图所示：

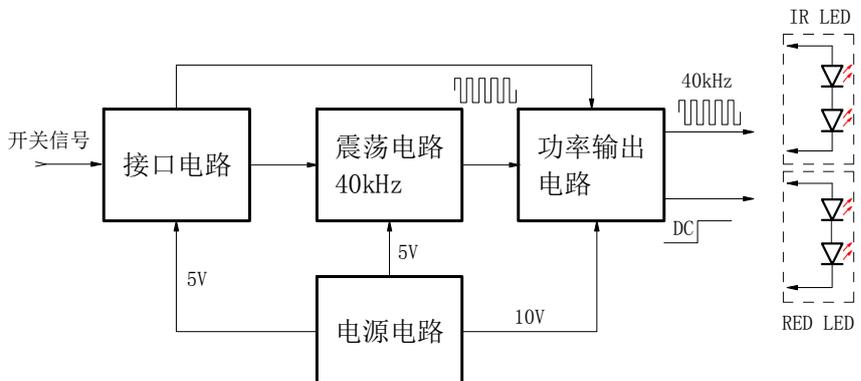


图 21 灯塔控制电路框图

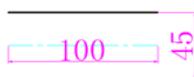
制作过电磁信号源的同学会发现灯塔控制电路的基本原理和电磁信号源基本相同，只是它的震荡信号在 40kHz，输出包括有脉冲信号和直流信号两种。

上述电路中的复杂部分就是 40kHz 的振荡源电路。由于大部分红外接收管对于频率所允许的范围都大于 5kHz，所以 40kHz 的振荡源的频率精度要求不高。可以使用简单的时基集成芯片 555 制作，也可以使用一片简单的单片机通过其中的定时器产生 40kHz 的震荡信号。功率输出部分可以使用普通的功率三极管或者功率 MOS 管搭建。

附件五：赛道设计参考图库（12 月份将给出详细的拼装图）

1、直线赛道

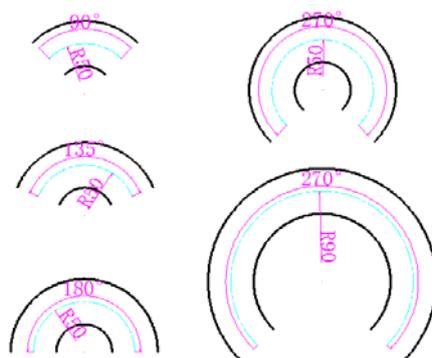
直线赛道是赛道的主要组成元素，赛道宽度为 45 厘米，长度可在较大范围内变化，典型的直线赛道如下图所示。



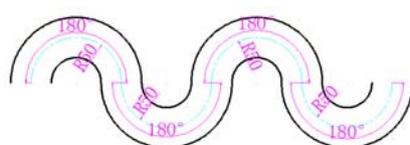
2、曲线赛道

曲线赛道是赛道的主要组成元素，赛道宽度为 45 厘米。根据形式不同，赛道又可进一步分为一般弯道、大 S 弯、小 S 弯、变曲率 S 弯和带虚线的 S 弯。

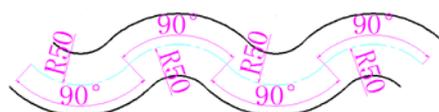
一般弯道的弧度和半径可在较大范围内变动，是一般曲线赛道的主要组成元素，典型的一般弯道如下图所示。



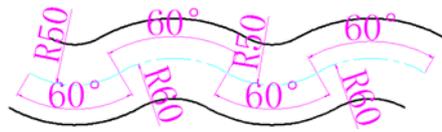
大 S 弯由若干方向相反的 180° 圆弧连接而成，圆弧半径可在一定范围内变动，典型的大 S 弯如下图所示。



小 S 弯由若干方向相反的弧度不大于 90° 的圆弧连接而成，圆弧半径和弧度可在一定范围内变动，典型的小 S 弯如下所示。

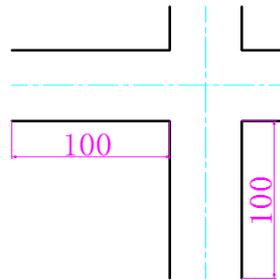


变曲率 S 弯是在小 S 弯的基础上，通过改变某些圆弧半径得到的，典型的变曲率 S 弯如下图所示。



3、十字交叉路口

十字交叉路口由两条直线赛道交叉而成，在赛道交叉处没有边界线，且进入十字交叉路口前至少有 100 厘米的直线赛道，典型的十字交叉路口如下图所示。



4、带障碍的道路

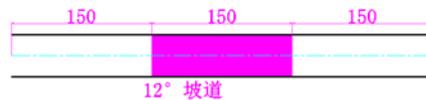
带障碍的道路是在直线赛道的基础上，在中心线左侧或右侧添加障碍组成的。路障为黑色的对称三角楔状物，障碍内侧距离赛道中心线距离为 5 厘米。典型的带障碍道路如下图所示。



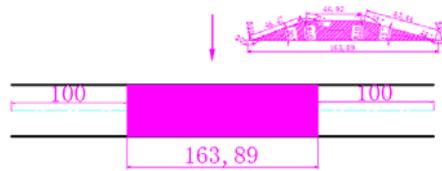
5、坡道

坡道分为对称坡道和不对称坡道两种，坡道前至少应有 100 厘米的直线赛道。

对称坡道上下坡的坡度是相同的，坡度不大于 15° ，坡道长度可在一定范围内变动。典型的对称坡道如下图所示。

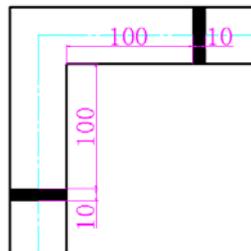


不对称坡道上下坡的坡度不同，坡度不大于 15° ，坡道总长度不大于 1500 厘米。典型的不对称坡道如下图所示。



6、直角弯道

直角弯道由两端直线赛道垂直交叉连接而成，在直角弯道前至少有 100 厘米的直线赛道，并在 100 厘米处设置 10 厘米宽的黑色矩形标记。典型的直角赛道如下图所示。



注：上述统计以光电摄像头组赛道为基础，电磁组赛道可参考上图中的蓝色中心线。