

山东省“技能兴鲁”职业技能大赛
——第三届全国新能源汽车关键技术技能大赛
山东省选拔赛

机动车检测工（车路协同技术）
项目技术工作文件

第三届全国新能源汽车关键技术技能大赛
山东省选拔赛组委会办公室

2023年10月

目录

一、技术描述	1
(一) 项目概要	1
(二) 基本知识与能力要求	1
二、试题及评判标准	5
(一) 试题	5
(二) 比赛时间及试题具体内容	6
(三) 评判标准	7
三、竞赛细则	9
(一) 比赛日程安排	9
(二) 工作要求	9
(三) 纪律要求	10
四、赛场、设施设备等安排	14
(一) 赛场规格要求	14
(二) 场地布局图	16
(三) 基础设施清单	16
五、安全、健康规定	24
(一) 选手安全防护要求	24
(二) 车辆安全防护要求	24
(三) 场地整洁保持要求	25
(四) 医疗设备和措施	25

一、技术描述

（一）项目概要

根据新能源汽车产业发展趋势，围绕新能源汽车车路协同技术进行赛项设计，旨在提升新能源汽车企业应用和服务能力，引领职业院校相关专业人才培养和课程建设，实现以赛促产、以赛促教，推动产教融合、校企合作，提高职业院校人才培养质量。本赛项强调前瞻性和科普性，鼓励参赛选手独立开展道路仿真场景搭建测试、道路测试和安全运维等工作，提升智能网联汽车环境感知、路径规划与自主决策验证、功能测试等能力。

本赛项分为职工（含教师）组和学生组两个竞赛组别，各组别均为双人组队参赛，两个组别技术要求一致。

（二）基本知识与能力要求

本赛项旨在促进复合型高层次技能人才培养，为新能源汽车产业发展提供人才支撑，赛项共设置理论考试及实操考核两个环节。选手理论知识、工作能力的要求以及各项要求的权重比例见下表 1。

表 1 基本知识与能力要求权重表

相关要求		权重比例(%)
1	工作组织和管理	10

基本知识	<ul style="list-style-type: none"> ● 所有设备的功能、使用、保养以及安全事项 ● 所用材料的用途、使用、保管以及潜在风险 ● 相关操作的困难和风险, 及其产生的原因和预防措施 ● 可用的时间以及工作量 ● 工作计划时需考量的参数 ● 任何时间都应遵守的健康和安全标准 ● 环保和安全准则, 及其工作环境整洁的保持 	
工作能力	<ul style="list-style-type: none"> ● 准备并维护一个安全、整洁和高效的工作台 ● 准备好个人健康和安​​全相关的工作 ● 计划、准备并按时完成每一项任务 ● 计划好工作, 高效实施, 避免中断 ● 遵循厂家要求选择使用设备和材料, 确保安全 ● 遵循厂家要求清洁、储存和测试设备和材料, 确保安全 ● 遵循或超过有关环保、设备和材料的健康和安​​全标准 ● 将工作场地和车辆恢复到良好的状态和条件 	
2	沟通和人际交往	
基本知识	<ul style="list-style-type: none"> ● 纸质或电子形式技术文件的范围和内容 ● 与技能有关的专业语言(术语) ● 以口头、书写或电子形式汇报交流的规范 ● 测量仪器输出结果和结论的本质含义 ● 客户服务和沟通的规范 	
工作能力	<ul style="list-style-type: none"> ● 从各种形式的维修资料中读取中英文技术数据和相关说明 ● 在工作场所, 以规范的书写或电子的方式进行沟通 ● 在工作场所, 以口头、书写或电子的方式沟通, 确保清晰、有效、高效 ● 使用一些规范的沟通技巧 ● 填写报告单, 对出现的事件和问题做出回应 ● 直接或间接地对客户的需求做出回应 	10
3	参赛选手应掌握的基本知识	80

基本知识	<ul style="list-style-type: none"> ● 安全文明生产与环境保护知识 ● 职业道德基本知识 ● 车路协同场景搭建方法 ● 车路协同功能验证方法 ● 智能网联汽车道路运行测试方法 	
工作能力	<ul style="list-style-type: none"> ● 使用仿真软件进行车路协同场景搭建、标定及功能测试 ● 对车路协同网络进行通信配置与调试的能力 ● 基于路测场景的智能化和网联化功能测试能力 ● 填写工单 	
合计		100

二、试题与评判标准

（一）试题（样题）

1. 考核模块

任务 1: 典型道路车路协同场景设计与标定

选手根据大赛组委会提供的车路协同仿真测试平台，在规定时间内依次完成以下工作：

（1）根据任务要求，完成车路协同场景的搭建，主要包括场景选择、路端设备安装、车辆设置、事件选择；；

（2）根据任务要求，完成车路协同场景的标定，主要包括路端设备标定、车辆路径规划、事件触发机制；

（3）根据任务要求，完成车路协同功能验证；

（4）完成《典型道路车路协同场景搭建与标定工单》填写。

任务 2: 汽车车路协同技术运行测试

选手根据大赛组委会提供的智能网联汽车乘用车、车路协同设备、测试道路等，在规定时间内依次完成以下工作：

（1）根据给定场景和任务要求，进行道路测试前的车路协同系统调试、标定和信息采集，主要包括激光雷达与组合导航的联合标定、高精度地图录制与编辑、车道线检测、OBU与RSU的通信配置等；

（2）根据给定场景和任务要求，完成智能网联汽车道路运行测试，包括自动启停、自动紧急制动、红绿灯识别、交通标志识别、主动避障、定点停车等功能；

（3）根据给定场景和任务要求，完成车路协同应用道路场景测试验证，包括“车内标牌”、“闯红灯预警”、“绿波车速引导”、“弱势交通参与者预警”、“协作式车辆优先通行等场景；

（4）完成《汽车车路协同技术运行测试工单》的填写。

2. 试题命制的办法、基本流程及公布方式

（1）试题命制办法

由裁判长负责命题原则、内容、范围、程度及其评分标准要求，赛前集中命制比赛试题并验题。试题与评分标准对应考核模块的故障点或规范操作要点。

（2）试题命制基本流程

裁判长负责组织完成比赛试题的具体命制与验证，包括根据比赛车型和机型，确定故障现象，设置具体故障点并予以验

证、完成评分细则，同时验证各套比赛试题作业的难易程度和需要的标准工作时间等，最终确定每套题的比赛作业单、作业记录单、评分关键步骤等文档资料。

(3) 试题公布方式

试题范围与类型及其评分标准在比赛前 7 天内公布，公布的样题与参考评分标准仅作为训练参考，不包含具体故障点、数值标准等带有答案性质的内容。

(二) 比赛时间及试题具体内容

1. 比赛时间安排

机动车检测工（车路协同技术）项目理论考试时间为 50 分钟，实操考试总时间为 130 分钟，在三天内完成。各任务比赛时间详见下表 2。

表 2 任务比赛时间

考核类型	竞赛任务	时长
理论考试	纸质试卷	50 分钟
实操考试	任务 1: 典型道路车路协同场景设计与标定	30 分钟
	任务 2: 汽车车路协同技术运行测试	60 分钟

2. 比赛项目内容

各个比赛项目的考核内容及范围详见下表 3。

表 3 各任务考核内容及范围

比赛任务	考核内容及范围
任务 1: 典型道路车路协同场景设计与标定	1) 使用智能网联汽车虚拟仿真测试软件完成车路协同场景的搭建，主要包括场景选择、路端设备安装、车辆设置、事件选择。

	<p>2) 使用智能网联汽车虚拟仿真测试软件完成车路协同场景的标定, 主要包括路端设备标定、车辆路径规划、事件触发机制。</p> <p>3) 根据验证功能和用例, 完成车路协同功能验证。</p>
任务 2: 汽车车路协同技术运行测试	<p>1) 使用工量具及相关软件进行道路测试前的车路协同系统调试、标定和信息采集。</p> <p>2) 使用工量具及相关软件进行智能网联汽车道路运行测试。</p> <p>3) 使用工量具及相关软件进行车路协同应用道路场景测试验证。</p> <p>4) 在实际操作过程中检测系统状态, 并对异常情况进行处理, 使系统恢复正常。</p> <p>5) 各传感器、处理器和线控系统接线随机设置故障点, 可设置短路或断路等故障, 通过安装检测进行排除。</p> <p>6) 硬件设备或功能软件配置参数 可进行设置, 通过不同参数影响设备或功能运行效果。</p>

(三) 评判标准

1. 分数权重

(1) 理论考试

选手统一进行理论考试, 理论考试成绩以百分制评定, 按 20% 占比计入选手竞赛总成绩。

(2) 实操比赛

各参赛队集中线下比赛, 使用赛场提供的竞赛平台或设备, 参赛队伍在规定时间内完成实操任务。

时间及权重分配如下表 4:

表 4 时间及权重分配表

考核类型	竞赛任务	分值	权重	总分
理论考试	纸质试卷	100 分	20%	100 分
实操考试	任务 1: 典型道路车路协同场景设计与标定	100 分	30%	

	任务 2: 汽车车路协同技术运行测试	100 分	50%	
--	--------------------	-------	-----	--

2. 评判方法

2.1 评判流程

实际操作竞赛评分由过程评分、结果评分、违规扣分三部分组成。

2.1.1 过程评分

过程评分对应任务工单部分，至少由 2 名现场评分裁判根据评分细则，共同对选手的操作的规范性、合理性、正确性等进行现场评分；若现场评分裁判对选手的评分有分歧时，由现场裁判长裁决。

2.1.2 结果评分

评分裁判根据参赛选手完成赛题的结果质量，依据评分标准评分，和竞赛平台软件评分相结合，进行综合评分。

2.1.3 违规扣分

选手竞赛中有下列情形者将予以扣分：

(1) 在完成工作任务的过程中，因操作不当导致事故，扣总分 10~15%，情况严重者取消竞赛资格。

(2) 因违规操作损坏赛场提供的设备，污染赛场环境等严重不符合职业规范的行为，视情节扣总分 5~10%，情况严重者取消竞赛资格。

(3) 扰乱赛场秩序，干扰裁判员工作，视情节扣总分 5~

10%，情况严重者取消竞赛资格。

(4)没有按照竞赛规程和任务书设定赛项赛题进行的，比赛现场工具摆放不整齐、作业流程混乱、着装不规范、资料归档不完整，视情节扣总分5~10%。

2.2 评判方法

2.2.1 采用过程评分的任务，将根据工具、量具、仪器的选择和使用、操作步骤、操作方法、操作规范性、操作结果等诸方面进行评分。

2.2.2 采用结果评分的任务，由竞赛平台软件和裁判综合评分。

2.2.3 测量方法规范、统一、标准，保证对所有选手一致。

3. 成绩并列

名次的排序根据选手竞赛总分评定结果从高到低依次排定；各组选手如果竞赛总分相同者，按实际操作竞赛得分高者优先，若实际操作竞赛得分相同时，操作技能用时少的优先。

三、竞赛细则

(一) 比赛日程安排

比赛日程共6天，具体安排和工作流程见下表5。

表5 工作安排表

竞赛日程		内容	地点
C-3	全天	裁判长、裁判长助理报到	酒店
C-2	全天	裁判员、选手报到	酒店
C-1	8:30-9:30	领队会议	赛场

	10:00-12:00	裁判员培训研讨会	赛场
	14:00-16:00	选手熟悉场地	赛场
	16:00-18:00	裁判长组织场地、设备检查, 封场	赛场
C1	7:00	裁判员、选手报到	赛场
	7:00-7:30	裁判员培训、选手抽取工位号	赛场
	7:40-8:30	理论考试	赛场
	9:00-19:00	任务1竞赛	赛场
C2	7:00	裁判员、选手报到	赛场
	7:00-7:30	裁判员培训、选手抽取工位号	赛场
	8:00-18:00	任务2职工组竞赛	赛场
C3	7:00	裁判员、选手报到	赛场
	7:00-7:30	裁判员培训、选手抽取工位号	赛场
	8:00-18:00	任务2学生组竞赛	赛场
	19:00-20:00	技术点评会	赛场

(二) 工作要求

1. 选手工作内容

(1) 赛前熟悉比赛各项技术规则, 进行有针对性的训练准备, 积极锻炼身体, 调整好心态。

(2) 提前报到, 熟悉适应赛区气候环境、住宿、饮食和交通等。

(3) 参赛选手在比赛期间实行封闭管理, 接受工作人员的安全检查和行动指引。

(4) 比赛前一天, 参赛选手到赛场熟悉场地环境和仪器设备。

(5) 比赛期间, 全身心投入各模块比赛, 展现最好的竞技水平和职业风范。

(6) 参加赛后的总结大会。

2. 裁判工作内容

(1) 参加赛前裁判培训，掌握执裁任务各项技术要求，做到标准统一、公平公正。

(2) 比赛前一天，到赛场熟悉场地环境和仪器设备，解答选手对设备使用的疑问。

(3) 比赛期间，在赛场执裁评分，恢复车辆、设备和现场，设置故障。

(4) 比赛期间，监督和警示选手的违规操作，确保参赛的人身及设备安全。

(5) 参加赛后的技术总结会，提出有益于竞赛改进的意见和建议。

(6) 参加赛后的总结大会。

(三) 纪律要求

1. 选手赛场纪律

(1) 参赛选手应按照技术文件和考核项目试题要求，在规定的时间内独立完成。

(2) 参赛选手务必按时到达指定竞赛场地选手休息室集合，并接受监督人员和裁判员的检查。

(3) 参赛选手进入赛场选手休息室时，除按大赛技术文件规定携带比赛用品外和相关技术资料外，严禁携带通讯工具进入竞赛场地。带入休息室内的个人用品，不能带入赛场工位。

(4)选手进入比赛场地休息室全程接受监护人与裁判的监督管理；参赛选手在竞赛过程中不得擅自离开竞赛场地或休息室，如遇有特殊情况需经裁判员和监护人员同意后，由监护人员陪伴离开竞赛场地。

(5)竞赛过程中，选手须严格遵守安全操作规程，并接受裁判员的监督和警示，以确保参赛的人身及设备安全。选手因个人误操作造成人身安全事故和设备故障时，裁判长有权中止该队竞赛；如非选手个人因素出现设备故障而无法竞赛，由裁判长视具体情况做出裁决（调换到备份工位或调整至最后一场次参加竞赛）；如裁判长确定设备故障可由技术支持人员排除故障后继续竞赛，将给参赛队补足所耽误的竞赛时间。

(6)裁判长发布竞赛结束指令后，参赛选手应立即停止操作，不得以任何理由拖延竞赛时间，经裁判员检查许可后，参赛选手方可离开竞赛场地，车辆和设备由裁判员恢复。

(7)赛场统一提供饮水，选手休息、饮食等时间都算在竞赛时间内。

2. 裁判纪律要求

(1)裁判员在比赛前需参加赛前培训，培训合格的裁判应签署《第三届全国新能源关键技术技能大赛竞赛行为规范承诺书》。凡未参加赛前培训、未签署《第三届全国新能源关键技术技能大赛竞赛行为规范承诺书》的，不得从事执裁工作。

(2) 裁判员必须服从裁判长和模块组组长的领导，依据评分标准和评分细则，公平、公正、真实、准确地完成竞赛评分工作。

(3) 裁判员早上开始工作后当天封闭管理。在正式裁判工作期间，进入场地或离开场地，不许携带任何纸质与电子记录的工具；在比赛期间与休息时间，包括午间吃饭休息时间，不能在当天比赛开始后未结束前与任何非本模块裁判人员和非裁判选手（口头与书面）交流；如需离开裁判工作场地，必须向模块组负责人请示，在得到批准并有人伴随的情况下才能离开。

(4) 裁判员必须佩带裁判员胸牌，仪表整洁，举止文明、礼貌，接受督察人员的监督。

(5) 遵守职业道德，文明裁判。保守大赛试题秘密，严肃赛场纪律。

(6) 严格遵守比赛时间规定，不得擅自提前或延长选手比赛时间。

(7) 严格执行比赛规则，除应向参赛选手宣读竞赛须知外，不得向参赛选手暗示或解答与竞赛有关的内容。

(8) 竞赛过程中出现问题或异议，服从裁判长裁决，避免参赛选手和相关人员发生争执。

(9) 正式公布成绩和名次前，裁判员不得私自与参赛选手或选手派出单位联系，不得透露有关情况。

(10) 坚守岗位，不迟到、早退，无特殊情况不得在竞赛期间请假。

(11) 裁判员要提醒选手注意操作安全，对选手的违规操作或可能引发人身伤害、设备损坏等事故的操作应立即制止并向现场负责人报告。

3. 违规处理

(1) 竞赛过程中因违反安全操作规程造成设备或人身安全事故者，视情追究选手和执裁裁判责任。

(2) 裁判员有违反比赛纪律，由裁判长确定立即停职工作，并报告组委会（执委会）。

(3) 裁判员执裁过程中如恶意打分，造成选手比赛分数与真实表现有偏离的（包括正偏离和负偏离），一经查实，按违反比赛纪律处理。

四、竞赛场地、设施设备等安排

（一）赛场规格要求

1. 场地面积和布置要求

智能汽车实操平台选手操作面积不少于 90 平方米。赛场必须备有通风设备，保证赛场内空气流通和清洁。

实际操作工位图（如图 1），比赛时会根据现场条件另作调整，以实际比赛工位为准。

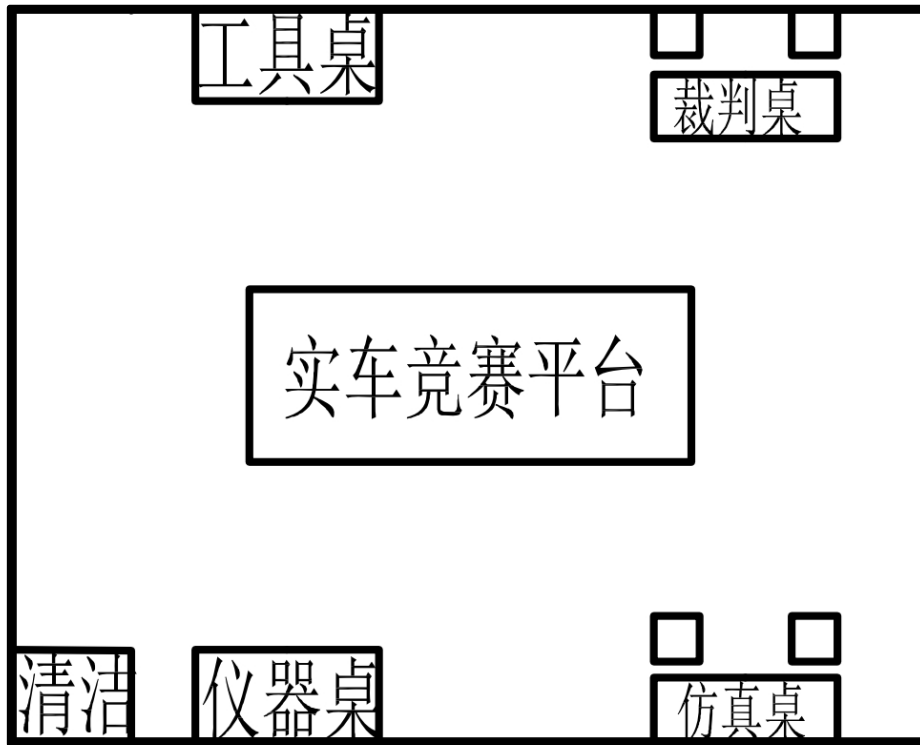


图 1 车路协同技术赛项工位总布局示意图

自动驾驶测试道路为搭建的真实环境测试道路，直道 100m，参赛车辆需根据竞赛任务书设定的赛项赛题，完成道路测试。道路交通标志符合交通法规要求，并按测试场景进行特定路段的设计和布置，车道宽约 3m。

具体要求如下：

- 1) 尽量保证学习道路的车道线为实线。
 - 2) 单条车道线的线宽应在 10cm-30cm 之间。
 - 3) 左/右两条车道线的总长度不小于 40m。
 - 4) 两条车道线间距应不小于 3 米。
2. 场地设施要求

(1) 比赛场地配有标准的整车作业工位、典型道路车路协同场景设计与标定工位、选手休息室、裁判工作室、男、女厕所等。并有醒目的工位标识，指示牌等。

(2) 比赛场地安装录像监控设备。

(3) 选手休息室配备桌椅、饮水机等。

(4) 裁判工作室配备桌椅、电脑、投影仪、打印机、文件柜等办公设备。

3. 场地照明要求

(1) 比赛场地应采光良好，有玻璃窗，能保证白天进行正常的比赛。

(2) 比赛场地应安装足够的节能灯，能保证在傍晚或光线暗时也能进行正常的比赛。

(3) 每个比赛工位应配备照明灯或电筒。

4. 场地消防和逃生要求

(1) 比赛场地内必须悬挂“紧急情况安全疏散图”，并有醒目的“安全出口”指示牌。

(2) 比赛场地内应留有至少 1.5 米宽的“安全疏散通道”，地面画有清楚的“安全通道标识线”。

(3) 比赛场地内必须配备足够的灭火器，每一个比赛工位须配置灭火器 1 个。

(二) 场地布局图

机动车检测工（车路协同技术）项目场地布局图如下。

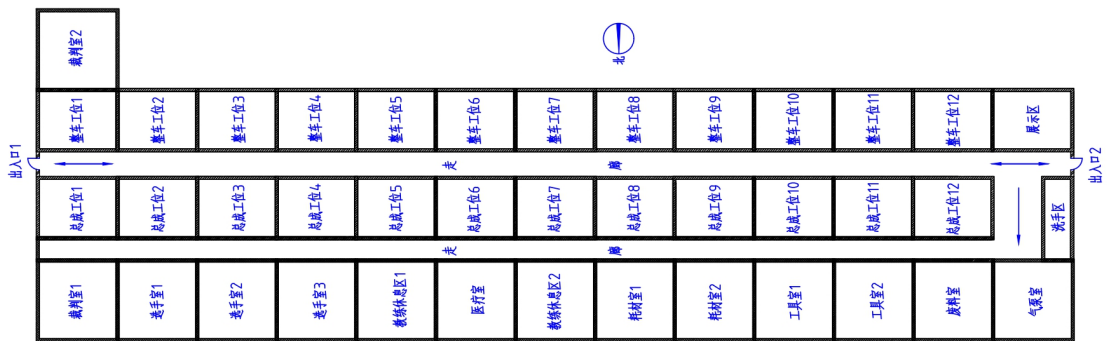


图 2 车路协同技术赛项场地布局示意图

(最终以场地实际布局为准)

(三) 基础设施清单

机动车检测工（车路协同技术）项目所有设备设施、工具量具等均由赛场提供，无需选手自带。不允许选手自带设备设施、工具量具入场。竞赛平台主要配置清单见表 6，但不限于表 6，保证竞赛过程不因缺少安装工具、测试工具和耗材等，影响竞赛正常进行。

表 6 技术平台主要配置清单

序号	设备名称	数量	单位	备注
1	纯电动乘用车	1	辆	参考具体技术参数
2	激光雷达	3	台	参考具体技术参数
3	毫米波雷达	1	台	参考具体技术参数
4	摄像机（鱼眼）	4	台	参考具体技术参数
5	单目相机	1	台	参考具体技术参数
6	组合导航	1	台	参考具体技术参数

7	工控机	1	个	参考具体技术参数
8	处理器	1	个	参考具体技术参数
9	4G 路由器	1	个	参考具体技术参数
10	交换机	1	个	参考具体技术参数
11	显示器	1	个	参考具体技术参数
12	智能网联汽车虚拟仿真测试软件	1	套	参考具体技术参数
14	车路协同一体化基站	1	套	参考具体技术参数
15	智能车载单元	1	套	参考具体技术参数
16	车路智行预警终端	1	套	参考具体技术参数
17	RTK 测量仪	1	套	参考具体技术参数
19	道路测试设施	1	套	参考具体技术参数
20	工具箱（汽车常用安装和测量工具）	1	台	参考具体技术参数
21	水平仪	1	个	参考具体技术参数
22	万用表	1	台	参考具体技术参数
23	灭火器	2	个	参考具体技术参数
24	安全防护用具	2	套	参考具体技术参数

赛场主要设备的技术参数详见《附件：竞赛平台主要设备技术指标》。

五、安全、健康要求

（一）选手安全防护要求

选手安全防护措施要求见表 6。

表 6 选手安全防护装备

防护项目	图示	说明
眼睛的防护		<ol style="list-style-type: none"> 防溅入 带近视镜也必须佩戴
足部的防护		防滑、防砸、防穿刺、绝缘（参赛选手自备）
安全帽		<ol style="list-style-type: none"> 用来保护头顶的钢制或类似原料制的浅圆顶帽子，防止冲击物伤害头部 比赛全程选手必须佩戴安全帽
耐磨手套		防滑、耐磨、耐油、耐酸碱
绝缘手套		天然橡胶制成，耐压等级 1000V
工作服		<ol style="list-style-type: none"> 必须是长裤 防护服必须紧身不松垮，达到三紧要求

大赛时，裁判员对违反安全与健康条例、违反操作规程的选手和象将提出警告并进行纠正。不听警告，不进行纠正的参赛选手会受不允许进入竞赛现场、罚去安全分、停止加工、取消竞赛资格等不同程度的惩罚。

1. 选手在比赛场地内须一直穿戴工作装、劳保皮鞋。劳保

皮鞋自带，鞋头部必须有铁护板。

2. 选手进入车辆底下或操作过程中有可能造成头部伤害时应佩戴工作帽。工作帽由比赛主办方提供。

3. 选手在操作过程中有可能造成手部伤害时应佩戴布手套或线手套，当手接触油污或有害液体时佩戴胶手套。

（二）车辆安全防护要求

1. 比赛场地内须配备车轮挡块、车内四件套、车外三件套，保证对比赛车辆的安全防护需要。

2. 车辆起动操作时，必须拉紧驻车制动，并将变速杆置于P或N档。

（三）场地整洁保持要求

1. 比赛场地内必须配备垃圾分类回收箱，保证及时处理垃圾。

2. 比赛场地内必须配备扫帚、拖把、抹布、纸巾等，保证及时清除油污和垃圾。

3. 比赛场地应根据需要配备洗件盆、贮件盒、毛刷、毛巾等，并配备废油回收设备。

（四）医疗设备和措施

1. 比赛场地内必须设立医疗救助点，至少配1名医生，准备必要的医疗器械。

2. 准备治疗感冒、发烧、腹泻等常见疾病的药品。

3. 特别应准备好治疗因机械外伤的止血帖、酒精等。

附件：竞赛平台主要设备技术指标

(一) 智能网联汽车乘用车平台技术指标

1. 纯电动乘用车

纯电动汽车，三元锂电池，永磁同步电机，最高车速大于 120km/h，续航里程大于 400KM，平台具备独立网关，全车采用总线通讯，BMS 具备过充、过放、仪表显示与读取等功能，具备 ACC、AEB、全景环视等高级驾驶辅助功能，设有急停开关。

车辆基本技术参数（见表 7）：

表 7 线控车辆技术参数

序号	组成	技术参数
1	整车	能源类型：纯电动
		最大车速：≥120km/h
		底盘结构：前麦弗逊独立悬架，后多连杆独立悬挂
		车体结构：承载式
3	电池	三元锂电池
		电池容量：≥50kwh
		纯电续航里程：≥400km
		快充时间：≤0.5h
		电池温度管理系统：低温加热；液态冷却
4	车轮制动	前制动器类型：通风盘式
		后制动器类型：实心盘式
		驻车制动类型：电子驻车
		电机布局：后置
		电机类型：永磁同步
		电动机总功率：≥180KW
		电动机总马力：≥200Ps
		电动机总扭矩：≥300N·m
6	底盘	底盘：车规级
		通讯方式：CAN 通讯，底盘通讯方式已重构，方便外部控制
		前悬挂：麦弗逊式独立悬挂
		后悬挂：多连杆式独立悬挂
		转向类型：电动助力

7	主动安全	ABS 防抱死
		制动力分配 (EBD/CBC 等)
		刹车辅助 (EBA/BA 等)
		牵引力控制 (TCS/ASR 等)
		车身稳定系统 (ESP/DSC 等)
		主动安全预警系统: 车道偏离预警、前方碰撞预警、后方碰撞预警、倒车车侧预警、DOW 开门预警

2. 自动驾驶系统

自动驾驶系统电子元件符合车规级要求,系统配置集成式 UI 界面实现核心模块的运行、关闭和切换,实现常规道路自动驾驶,主要包括:

(1) 智能停避障: 车辆可实现对行驶区域内部及周边的动静态障碍物的检测,可实现车辆的停障,并支持设置车辆安全停障距离。

(2) 车道线检测及保持: 支持进行摄像头的标定及车道线识别参数调节,可实现基于神经网络的车道线检测,并通过算法控制车辆沿车道线行驶。

(3) 地图录制、拼接和编辑: 可驾驶车辆并使用组合导航系统对地图信息进行采集,可对录制的分段地图进行拼接处理,生成标准 opendrive 地图,可对拼接后地图文件进行复杂道路属性编辑,包括车道编辑、路口和转盘生成、自动连接和平滑、路网生成等操作。

(4) 红绿灯识别: 可视觉识别红绿灯信息并控制车辆按交通规则行驶。

(5) 激光雷达的标定: 具备基于组合导航数据,对激光雷达的俯仰、横滚和航向角进行标定的功能。

(6) 传感器的联合标定: 具备激光雷达、毫米波雷达与摄像头的联合标定功能,实现多模态数据融合和可视化。

(7) 360 环视: 具备 360 环视标定功能。

(8) 模式切换: 支持人工模式和自动驾驶模式的自由切换。

(9) OTA 升级: 系统具备 OTA (Over-the-Air) 升级功能。

(10) 底盘 CAN 数据读取、解析与控制: 提供车辆控制逻辑,具备进行车辆底盘 CAN (Controller Area Network) 数据的读取、解析与控制功能。

自动驾驶系统技术参数,所选设备应至少满足以下指标:

1) 激光雷达

(1) 通道数: 32 通道

(2) 测距方式: 脉冲式

(3) 激光波段: 905nm

- (4) 激光等级: Class 1
- (5) 测量范围: 100m-200m
- (6) 测距精度: $\pm 3\text{cm}$
- (7) 单回波/双回波数据速率: 65 万点/秒 (130 万点/秒)
- (8) 视场角: $-16^\circ -15^\circ$ (垂直)、 360° (水平)
- (9) 垂直角度分辨率: 均匀 1°
- (10) 水平角度分辨率: 5Hz: 0.09° 、10Hz: 0.18° 、20Hz: 0.36°
- (11) 扫描帧频: 5Hz、10Hz、20Hz
- (12) 储存温度: $-20^\circ\text{C}-85^\circ\text{C}$
- (13) 操作温度: $-20^\circ\text{C}-60^\circ\text{C}$ (A 型)
- (14) 通信接口: Ethernet, PPS
- (15) 重量: 1600g
- (16) 工作电压: 9-36VDC
- (17) 振动: 5Hz-2000Hz, 3G rms
- (18) 防护等级: IP67
- (19) 设备尺寸: $\phi 120\text{mm}\times 110\text{mm}$

2) 毫米波雷达

- (1) 频率: 76 GHz
- (2) 更新率: 50 msec
- (3) 最大探测距离: 100m (0 dBsm)
- (4) 距离: 1-175 m
- (5) 速度: $-100 \sim +25 \text{ m/s}$
- (6) 方位角: $\pm 10^\circ$
- (7) 波束宽度 (On Boresight): 3.5° Az
- (8) 输入电压: DC 8-16V
- (9) 消耗功率: $< 10\text{W}$
- (10) 联接头类型: USCAR 064-S-018-2-Z01
- (11) 发射功率: 10 dBm
- (12) 工作温度: $-40^\circ\text{C}-85^\circ\text{C}$

3) 超声波雷达

- (1) 工作电压: DC 12V
- (2) 工作频率: 48KHz (左右)、58KHz (前后)

(3) 探测距离: 30cm-350cm

(4) 水平探测角度: $90 \pm 10^\circ$

(5) 垂直探测角度: $45 \pm 5^\circ$

(6) 工作温度: $-40-85^\circ\text{C}$

(7) 防护等级: IP67

(8) 通信接口: CAN

4) 组合导航

(1) 姿态精度: 0.1° (基线长度 $\geq 2\text{m}$)

(2) 定位精度: 单点 L1/L2: 1.2m

(3) DGPS: 0.4m

(4) RTK: 1cm+1ppm

(5) 数据更新率: 100Hz

(6) 初始化时间: 1min

(7) 陀螺类型: MEMS

(8) 陀螺量程: $\pm 400^\circ/\text{s}$

(9) 陀螺零偏稳定性: $6^\circ/\text{h}$

(10) 加速度计量程: $\pm 8\text{g}$

(11) 加速度计零偏稳定性: 0.02mg

(12) 外部接口: 3 × RS232 1 × RS422 1 × CAN 1 × Micro USB 接口 2 × GNSS
天线接口 1 × 4G 天线接口 1 × 电源接口

(13) 无线通信: WIFI: 802.11b/g/n 4G: GSM/GPRS/EDGE 900/1800MHz,
UMTS/HSPA+: 850/900/2100MHz LTE: 800/1800/2600MHz

(14) 工作温度: $-40^\circ\text{C} \sim +75^\circ\text{C}$

(15) 存储温度: $-40^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$

(16) 湿度: 95%无冷凝

(17) 防护等级: IP67

(18) 振动: MIL-STD-810G (20g)

(19) 冲击: IEC-60028-2-27 (10g)

(20) 输入电压: 9 ~ 32V DC (标准适配 12V DC)

(21) 功耗: < 5W (典型值)

5) 摄像头

(1) 镜头类型: 鱼眼

(2) 感光片: IMX291 (1/2.8 inch)

- (3) 最高有效像素: 1920 (H) *1080 (V)
- (4) Lens Size : 1/2.8 inch
- (5) Pixel Size: 12mm*9.3mm
- (6) Image area: 8.2mm*6.1mm
- (7) 输出图像格式: MJPEG/YUV2 (YUYV)
- (8) 支持的分辨率和帧率:
 - 1920*1080p/50 帧/YUV/MJPEG
 - 1280*720P/50 帧/YUV/MJPEG
 - 640*480p/60 帧/YUV/MJPEG
- (9) 对焦: 固定

6) 单目相机

- (1) 水平视场角: 90°
- (2) 垂直视场角: 50°
- (3) 光圈: ≤ 2
- (4) 有效焦距: 2.44mm
- (5) 防水等级: IP67

7) 处理器

- (1) AI 计算能力: $\geq 32T$ OPS
- (2) CPU: 8 核 ARM v8.2 64 位处理器
- (3) GPU: 512 核 Volta 架构的图形处理器
- (4) 内存: 32GB 256 位 LPDDR4 内存
- (5) DLA 加速: 配备 2 个 NV DLA 引擎, 用于深度学习加速存储;
- (6) 存储: 内置 32GB eMMC 5.1 存储器
- (7) 网络接口: 4 个千兆端口 (可选配 IEEE 802.3 at PoE+ 25.5W 功率传输)
- (8) 相机接口: 使用 GMSL2 标准, 采用 MINI FAKRA 连接器并同时支持 4 路数据传输的 TYPE 相机接口 (10V 电压供应, 传输距离可达 15 米, 可与 GMSL1 设备兼容连接), 2 个以上
- (9) 视频输出: 1 个 HDMI 2.0 接口 (TYPE A)
- (10) USB: 2 个 USB 3.0 接口 (TYPE A)
- (11) 通用输入/输出: 4 个输入 (0-12V)、4 个输出 (3.3V) 的通用输入/输出 (GPIO)
- (12) CAN FD: 5 个 CAN FD 接口 (带有 CAN 芯片终端电阻 120 Ω)

- (13) 串口 UART: 1 个调试串口 (RS232)、3 个 RS232 串口、2 个 RS485/RS422 串口同步输入/输出:
- (14) 同步输入/输出: 1 个 SYNC-IN 输入口 (0-12V)、1 个 SYNC-OUT 输出 (3.3V)、1 个 SYNC-PPS 输出 (3.3V) 扩展接口:
- (15) 扩展接口: 1 个 M.2 MKey 接口 (支持 PCIe x4, 2280 尺寸)、1 个 Mini PCIe 接口 (用于 4G 或 WiFi 扩展)、1 个 Nano SIM 卡插槽按键功能:
- (16) 按键功能: 1 个电源按键、1 个重置按键、1 个恢复按键 (按钮形式) 输入类型:
- (17) 输入类型: 直流电源 (DC)
- (18) 输入宽压: 宽输入范围 9-36V DC
- (19) 功耗: $\leq 30W$
- (20) 存储湿度: 10%至 90% (非凝结性)
- (21) 抗震等级: 2Grms, 10Hz⁻500Hz, 1h/axis
- (22) 保护级别: IP5X (默认)

8) 路由器

- (1) 支持频段: 4G 全网通
- (2) 天线: 双天线
- (3) 网络接口: 4 个自适应
- (4) 100/1000 Mbps LAN 口
- (5) 工作温度 15° -- 85°
- (6) 工作湿度 10%-85%RH (不凝结)
- (7) 供电 12V
- (8) 无线网络标准 2.4GHz/5GHz 双频

(二) 智能网联汽车仿真平台

智能网联汽车仿真平台是一款定位于智能网联车路协同场景虚拟仿真应用，内涵丰富的车路协同应用场景协议栈，可便捷提供典型车路协同应用场景在线仿真模拟。

智能网联汽车仿真平台技术参数见表 9:

表 8 汽车智能网联功能验证平台技术要求

序号	技术要求
1	支持 CSAE 53-2020 标准下的 15 类典型车路协同场景的模拟，具体涉及：前向碰撞预警、交叉口碰撞预警、左转辅助、盲区预警、紧急制动预警、异常车辆提醒、车辆失

	控预警、道路危险状况提示、限速预警、闯红灯预警、弱势交通参与者碰撞预警、绿波车速引导、车内标牌、前方拥堵提醒、紧急车辆提醒。。
2	支持 CSAE 157-2020 标准下的 11 类典型车路协同场景的模拟，具体涉及：感知数据共享、协作式变道、协作式车辆汇入、协作式交叉口通行、差分数据服务、动态车道管理、协作式优先车辆通行、场站路径引导服务、浮动车数据采集、弱势交通参与者安全通行、协作式车辆编队管理。
3	支持车路协同场景的快速搭建和仿真。
4	支持 LTE-V2X/以太网数据交互方式。
5	任务管理： 1) 支持任务的连续性测试。 2) 支持任务的全局回放和事故点回放。

(三) 智能网联汽车车联网平台

智能网联汽车车联网平台是由交通信号灯、交通信号机、智能路侧单元 RSU、智能车载单元 OBU、交换机、工业移动电源等相关设备组成。

智能网联汽车车联网平台技术参数见表 9:

表 9 智能网联汽车车联网平台技术要求

序号	技术要求
1	基站蕴含车路协同核心技术能力，内置 V2X 协议栈、算法模型库，可面向智能网联汽车、自动驾驶汽车提供多元化的路侧结构化信息
2	可支持快速构建闯红灯预警、绿波车速引导、标志标牌（事件）预警、协作式优先车辆通行、弱势交通参与者预警等车路协同应用场景
3	可支持快速构建闯红灯预警、绿波车速引导、标志标牌（事件）预警、协作式优先车辆通行、弱势交通参与者预警等车路协同应用场景
4	具备智能路侧单元，可提供快捷的网联化基础建设，产品内置 C-V2X 协议栈，可快速打造 DAY1、DAY2 等 V2X 应用场景
5	具备智能车载单元，面向 5G+C-V2X 应用的车路协同系统车载端设备，通过与车辆，路侧设备和云端平台进行交互实现车与道路间的协同。采用 5G 通信技术和高精度定位技术，基于路侧的融合感知系统实时采集动态道路交通信息，实现行人 V2P，车辆 V2V，道路 V2I 和云端 V2N 的智能协同。具有大带宽，低延时，高可靠，高精度定位（支持 RTK 和 IMU）等特点，赋能自动驾驶车辆和网联车辆全时空的感知能力

