

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

汽车电气装调工（智能载运技术方向）  
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

《智能汽车发展战略》中强调了发展新能源智能汽车，有利于提升产业基础能力，突破关键技术瓶颈，增强新一轮科技革命和产业变革引领能力，培育产业发展新优势；有利于加速汽车产业转型升级，培育数字经济，壮大经济增长新动能；有利于加快制造强国、科技强国、网络强国、交通强国、数字中国、智慧社会建设，增强新时代国家综合实力；有利于保障生命安全，提高交通效率，促进节能减排，增进人民福祉。

本赛项依托新能源智能汽车竞赛平台，对接新能源智能汽车行业标准和领域内相关企业的先进技术，把实际的工作过程、任务和要求融入比赛环节，注重团队合作，注重德技兼修，能全面展示企业职工、院校师生新能源汽车智能化技术的职业综合能力。

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

	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 直接或间接地对客户的需求做出回应</li> </ul>	
3	<b>参赛选手应掌握的基本知识</b>	
基本知识	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 安全文明生产与环境保护知识</li> <li>● 职业道德基本知识</li> <li>● 智能化感知设备的筛选方法</li> <li>● 智能化感知设备进行安装调试和故障排查方法</li> <li>● 传感器装调参数调取方法</li> <li>● 智能网联汽车功能验证方法</li> </ul>	80
工作能力	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 智能化装备、工量具和仪器仪表等的使用能力</li> <li>● 智能化装备的筛选、安装、参数设置和标定、调试、故障排除等能力</li> <li>● 使用智能网联汽车虚拟仿真测试平台、工量具和仪器仪表等能力</li> <li>● 填写工单</li> </ul>	
合计		100

## 二、试题与评判标准

### (一) 试题 (样题)

#### 1. 考核模块

##### 任务 1: 智能化感知设备装调

选手根据大赛全国组委会提供的智能化装备、智能网联汽车平台、工量具和仪器仪表等,在规定时间内完成以下工作:

(1) 根据任务要求,进行智能化感知设备的筛选,包括激光雷达、毫米波雷达、摄像头、组合导航(GPS和惯导)、AGX(自动驾驶处理器)、网联化通讯设备等。

(2) 根据任务要求,对筛选后的智能化感知设备进行安

装调试和故障排查，并对关键的智能化感知设备进行参数设置和标定，例如毫米波雷达、摄像头、激光雷达、组合导航等调试标定。

(3) 根据任务要求，进行线控底盘 CAN 通讯数据读取和调测，包括 CAN 数据的读取和解析、速度与转向等参数的数据发送。

(4) 根据任务要求，完成对装调车辆的故障排查和安装调试，包括关键智能化装备故障排除、线束故障排除等内容。

(5) 完成《智能化感知设备装调工单》填写。

本任务主要考查选手规范使用智能化装备、工量具和仪器仪表等能力，以及对智能化装备的筛选、安装、参数设置和标定、调试、故障排除等能力。

## 任务 2: 汽车智能网联功能验证

选手根据大赛全国组委会提供的智能网联汽车虚拟仿真测试平台、工量具和仪器仪表等，在完成“任务 1 智能化感知设备装调”的基础上，在规定时间内完成以下工作：

(1) 根据任务要求，将装调好的智能网联汽车与虚拟仿真测试平台连通。

(2) 根据任务要求，调取传感器装调参数。

(3) 根据任务要求与给定场景，按照自动驾驶仿真用例的参数设置与导入导出，进行智能网联汽车的虚拟仿真测试。

(4) 根据任务要求和设定好用例，在智能网联汽车虚拟

仿真测试平台上完成装调车辆的自动启停、主动避障、自动紧急制动、自适应巡航、车道保持等功能验证。

(5) 完成《汽车智能网联功能验证工单》填写。

本任务主要考查选手规范使用智能网联汽车虚拟仿真测试平台、工量具和仪器仪表等能力，对智能网联汽车在多种测试场景中进行功能验证的能力。

## 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

比赛包含理论考试和实操考试，其中实操考试根据任务要求和现场提供的竞赛平台，需完成“智能化感知设备装调”、“汽车智能网联功能验证”2个竞赛任务。各项竞赛任务、竞赛内容、时长及分值权重见表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: 智能化感知设备装调	45分钟
	任务2: 汽车智能网联功能验证	30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: 智能化感知设备装调	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 根据任务要求，进行智能化感知设备的筛选、安装调试与故障排除；</li><li>2. 根据任务要求，进行智能化感知设备的参数设置与标定。</li><li>3. 根据任务要求，进行线控底盘CAN通讯数据读取和调测；</li><li>4. 根据任务要求，完成整车调试与故障排除</li></ol>
任务2: 汽车智能网联功能验证	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 根据任务要求，将装调完成的智能网联汽车与虚拟仿真测试平台连通；</li><li>2. 根据任务要求，调取传感器装调参数。</li><li>3. 根据任务要求与给定场景，按照自动驾驶仿真用例的参数设置与导入导出，进行智能网联汽车的虚拟仿真测试。；</li><li>4. 根据给任务要求与设定好用例，在智能网联汽车虚拟仿真测试平台上完成装调车辆的自动启停、主动避障、自动紧急制动、自适应巡航、车道保持等功能验证。</li></ol>

## (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: 智能化感知设备装调	100 分	50%	
	任务 2: 汽车智能网联功能验证	100 分	30%	

## 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 workflows 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 竞赛	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 45 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。

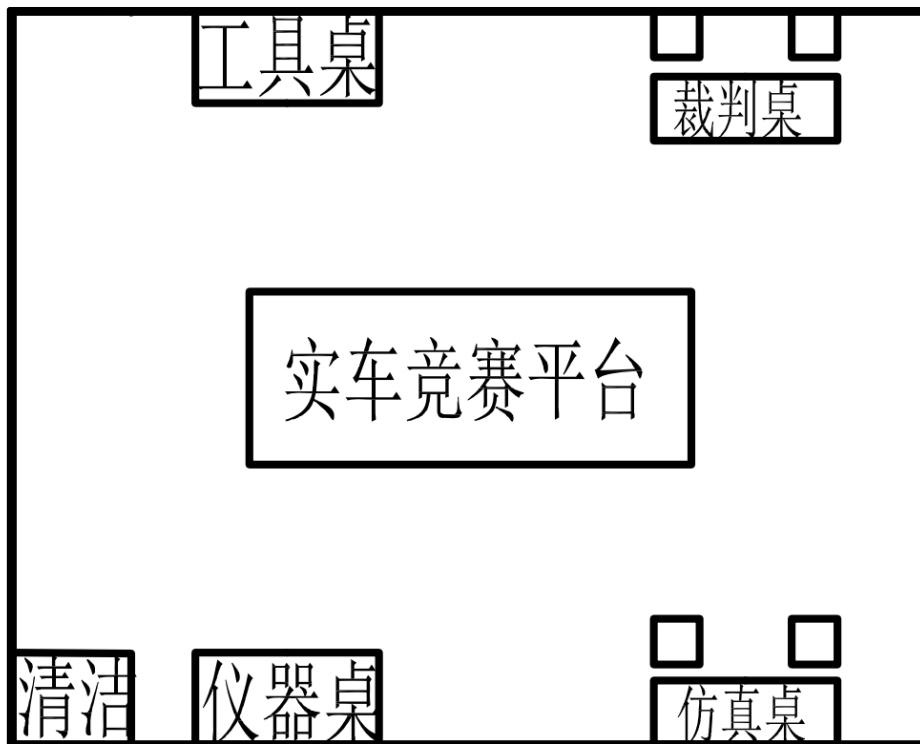


图 1 汽车电气装调工赛项工位总布局示意图

##### 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

汽车电气装调工（智能载运技术方向）项目场地布局图如下。

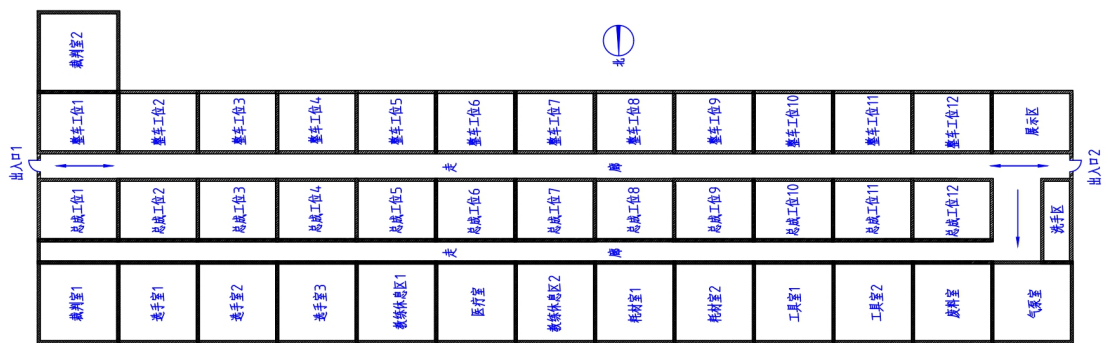


图 2 汽车电气装调工（智能载运技术方向）赛项场地布局示意图

（最终以场地实际布局为准）

### （三）基础设施清单

汽车电气装调工（智能载运技术）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	线控车辆	1	台	参考具体技术参数
2	传感器装调台架	3	台	参考具体技术参数
3	激光雷达	1	台	参考具体技术参数
4	毫米波雷达	4	台	参考具体技术参数
5	超声波雷达	1	套	参考具体技术参数
6	摄像机（鱼眼）	若干	台	参考具体技术参数

7	双目相机	1	台	参考具体技术参数
8	GPS/惯导	1	台	参考具体技术参数
9	工业显示屏	1	个	参考具体技术参数
10	处理器	1	个	参考具体技术参数
11	4G 路由器	1	个	参考具体技术参数
12	CAN 卡	1	个	参考具体技术参数
14	CAN 收发器	2	个	参考具体技术参数
15	交换机	1	个	参考具体技术参数
16	网联通讯设备	1	套	参考具体技术参数
17	自动驾驶控制器	1	个	参考具体技术参数
19	工位电脑	1	台	参考具体技术参数
20	电脑桌椅	1	套	参考具体技术参数
21	支架	1	套	参考具体技术参数
22	举升设备	1	台	参考具体技术参数
23	工具箱（常用安装和测量工具）	1	台	参考具体技术参数
24	工具桌	1	套	参考具体技术参数
25	水平测量仪	1	个	参考具体技术参数
26	万用表	1	台	参考具体技术参数
27	灭火器	2	个	参考具体技术参数
28	安全防护用具	2	套	参考具体技术参数

29	智能网联汽车虚拟仿真测试软件	1	套	参考具体技术参数
30	液晶显示器	1	台	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		1. 防溅入 2. 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		1. 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 2. 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

<p>工作服</p>		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 必须是长裤</li> <li>2. 防护服必须紧身不松垮，达到三紧要求</li> </ol>
------------	---	--

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

序号	设备	参数										
1	智能网联汽车技术综合实训车	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 智能网联汽车综合实训车由线控底盘、多自由度装调台架、激光雷达、毫米波雷达、鱼眼摄像头、组合导航、高性能处理器和控制器等组成。</li> <li>2. 封装自动驾驶算法，具有室外自主行驶、自动紧急制动、自动避障等自动驾驶功能，并具备车道保持等辅助驾驶功能。</li> <li>3. 实训车支持进行激光雷达、毫米波雷达、组合导航、视觉传感器等传感器的安装调试、检测、标定与应用</li> <li>4. 实训车支持智能系统故障检测与排除、图像识别算法验证、自动驾驶算法验证，并能够联合智能网联汽车仿真测试系统和智能网联汽车监控云平台完成自动驾驶仿真测试和综合道路测试等实训项目。</li> <li>5. 智能网联汽车整车组装</li> <li>6. 智能网联汽车整车调试</li> <li>7. 智能网联汽车故障设置与检测</li> <li>8. 车辆室内停障功能</li> <li>9. 车辆室内避障功能</li> <li>10. 毫米波雷达与摄像头融合标定</li> <li>11. 激光雷达与摄像头的联合标定</li> <li>12. 激光雷达、毫米波雷达与摄像头的联合标定</li> <li>13. 智能网联汽车硬件在环仿真</li> <li>14. 整车参数： <ul style="list-style-type: none"> <li>● 尺寸：长 1924mm*宽 1041mm*高 1500mm；</li> <li>● 车架四角安装有四个急停开关，车辆配置全模式下的远程急停遥控；</li> <li>● 车辆上装车架安装有 24 根高精度滑轨和 12 个阻尼转轴，能够支持进行传感器的空间位姿调节；</li> <li>● 车辆留有三路 CAN 通讯接口；</li> </ul> </li> </ol>										
2	线控底盘	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 线控底盘状态检测，包括驱动、制动、转向和自动驾驶控制检测等。</li> <li>2. 线控底盘数据读取与解析。</li> <li>3. 线控底盘指令控制。</li> <li>4. 底盘参数 <table border="1" data-bbox="416 1576 1388 1942"> <tr> <td data-bbox="416 1576 619 1854" rowspan="6">底盘参数</td> <td data-bbox="619 1576 1388 1626">尺寸：长 1.75m*宽 1m*高 0.45m，±0.2m</td> </tr> <tr> <td data-bbox="619 1626 1388 1675">最小转弯半径：2.4m±0.1m</td> </tr> <tr> <td data-bbox="619 1675 1388 1724">轴距：1.3m</td> </tr> <tr> <td data-bbox="619 1724 1388 1774">轮距：0.825m</td> </tr> <tr> <td data-bbox="619 1774 1388 1823">最大车速：20km/h</td> </tr> <tr> <td data-bbox="619 1823 1388 1872">满载最大爬坡：30%</td> </tr> <tr> <td data-bbox="416 1872 619 1942" rowspan="2">车架及车身系统</td> <td data-bbox="619 1872 1388 1921">车架形式：桁架式高强度车架</td> </tr> <tr> <td data-bbox="619 1921 1388 1942">车壳形式：钣金封装，防护等级 IP64</td> </tr> </table> </li> </ol>	底盘参数	尺寸：长 1.75m*宽 1m*高 0.45m，±0.2m	最小转弯半径：2.4m±0.1m	轴距：1.3m	轮距：0.825m	最大车速：20km/h	满载最大爬坡：30%	车架及车身系统	车架形式：桁架式高强度车架	车壳形式：钣金封装，防护等级 IP64
底盘参数	尺寸：长 1.75m*宽 1m*高 0.45m，±0.2m											
	最小转弯半径：2.4m±0.1m											
	轴距：1.3m											
	轮距：0.825m											
	最大车速：20km/h											
	满载最大爬坡：30%											
车架及车身系统	车架形式：桁架式高强度车架											
	车壳形式：钣金封装，防护等级 IP64											

		悬架系统	悬架形式: 双横臂独立悬架
			减震形式: 筒式减震器 (弹簧阻尼集成/刚度可调)
		线控驱动/制动系统	驱动方式: 后轮单电机驱动
			控制方式: 转矩
			额定功率: 2.2kW
			额定电压: 48V
			额定转速: 2000rpm
			速度反馈误差: $\pm 0.1$ m/s
			制动方式: 利用电机反向电动势 (行车制动), 电磁刹抱闸制动 (驻车制动)
		线控转向系统	转向形式: 前桥阿克曼转向 (高精度伺服电机)
			控制方式: 转速/转矩/位置
			额定功率: 400W
			额定电压: 48V
			响应时间: <100ms
			控制精度: $\pm 1^\circ$ 系统具有过载保护
		底盘控制系统	底盘 ECU: 车规级 ECU
			通讯方式: CAN 通讯
			开发环境: Matlab/Simulink
			主处理器: MPC5744P, 32 位, 双核, 主频 160MHz
			CAN 通道: 3 路 封装动力学控制算法
		动力电池系统	形式: 车规级锂电池
			额定电压: 48V
			额定电流: 80A
电量: 5kWh			
电池箱防水等级: IP67			
BMS 系统:			
1) 过充、过放、短接、高温等保护 2) 通信接口: CAN 3) 可读取电池的主要参数: 剩余电量、实时电流、当前电压、当前温度, 自定义报警信息等			
其他	安全性: 具备车身急停和远程急停开关, 能够紧急制动		
	供电接口: 24V10A, 12V25A, 12V5A, 5V10A		
3	激光	1. 激光雷达的空间位置的调整与位姿的标定。	



雷达	2. 激光雷达状态检测。	
	3. 激光雷达配置（激光雷达回波模式、TCP 配置和频率等）。	
	4. 激光雷达与整车空间融合。	
	5. 激光雷达与毫米波、激光雷达与毫米波和摄像头、毫米波雷达与摄像头数据融合。	
	6. 激光雷达数据的读取、解析与保存。	
	7. 基于激光雷达的自动驾驶停避障。	
	8. 雷达参数	
	传感器	TOF 法测距 16 通道
		测距：20cm 至 150 米（目标反射率 20%）
		精度：+/- 2cm（典型值）
		视角（垂直）：±15°（共 30°）
		角分辨率：（垂直）：2°
		视角（水平）：360°
		角分辨率（水平/方位角）：0.09°（5Hz）至 0.36°（20Hz）
		转速：300/600/1200rpm（5/10/20Hz）
	激光	Class 1
		波长：905nm
激光发射角：水平 3mrad，垂直 1.2mrad		
输出	320k 点/秒	
	千兆以太网	
	UDP 包中包含 距离信息 旋转角度信息 经校准的反射率信息 同步的时间标签（分辨率 1us）	
机械/电子操作	功耗：9w(典型值)	
	工作电压：12VDC（带接口盒，稳定电压），9-32VDC	
	重量：0.840kg（不包含数据线）	
	尺寸：直径 109mm*高 82.7 mm	
	防护安全级别：IP67	

			工作温度范围：10°C ~ 60°C		
		其他	防护安全级别：IP67 操作温度：-30°C ~ +60°C 规格：H:82.7mm*φ:109mm 重量：0.84kg（不包含数据线） 采集数据：三维空间坐标、反射率		
4	毫米波雷达	1. 毫米波雷达的空间位置的调整与位姿的标定。 2. 毫米波雷达状态检测。 3. 激光雷达与毫米波、激光雷达与毫米波和摄像头、毫米波雷达与摄像头数据融合。 4. 毫米波雷达数据的读取、解析与保存。 5. 基于毫米波雷达的自动驾驶停避障。 6. 雷达参数			
				长距离 (ACC, CW)	中距离 (PCS, S&G)
		系统属性	频率	76 GHz	
			封装尺寸	173.7 * 90.2 * 49.2 mm (w*h*d)	
			更新率	50 msec	50 msec
		覆盖范围	最大探测距离	100 m (0 dBsm)	50 m (0 dBsm)
			距离	1 - 175 m	0.5 - 60 m
			速度	-100 ~ +25 m/s	-100 to +25 m/s
			方位角	± 10°	± 45°
		精度	距离	± 0.5 m	± 0.25 m
			速度	± 0.12 m/s	± 0.12 m/s
			角度	± 0.5°	± 1°
		多目标区分能力	距离	2.5 m	1.3 m
			速度	0.25 m/s	0.25 m/s
			角度	3.5°	12°
			波束宽度 (On Boresight)	3.5° Az	12° Az
				4.5° El	4.5° El
			输入电压	DC 8-16V	
			消耗功率	< 10W	
			联接头类型	USCAR 064-S-018-2-Z01	
发射功率	10 dBm				
工作温度	-40°C—85°C				

5	摄像头	1. 摄像头的空间位置的调整与位姿的标定。	
		2. 摄像头状态检测。	
		3. 摄像头与毫米波、激光雷达与毫米波和摄像头、激光雷达与摄像头数据融合。	
		4. 摄像头内参标定。	
		5. 摄像头的外参标定。	
		6. 基于摄像头的车道线检测。	
		7. 基于摄像头的车道保持。	
		8. 摄像头参数	
		镜头类型	鱼眼
		感光片	IMX291(1/2.8 inch)
		最高有效像素	1920 (H) *1080(V)
		Lens Size	1/2.8 inch
		Pixel Size	12mm*9.3mm
		Image area	8.2mm*6.1mm
		输出图像格式	MJPEG/YUV2 (YUYV)
		支持的分辨率和帧率	1920*1080p 50 帧/YUV/MJPEG1280*720P 50 帧/YUV/MJPEG 640*480p 60 帧/YUV/MJPEG
		对焦	固定
		信噪比	42dB
		动态范围	72dB
		灵敏度	1.8V/lux-sec@550nm
		最低照度	0.2lux
		快门类型	Electronic rolling shutter / Frame exposure
		接口类型	USB3.0 High Speed
		自动曝光控制 AEC	支持
		自动白平衡 AEB	支持
		自动增益控制 AGC	支持
		可调节参数	亮度 对比度 色饱和度 色调 清晰度 伽玛 白平衡 逆光 对比 曝光度
镜头规格	标配 2.9mm, 可选配无畸变镜头		
供电及接口	USB BUS POWER 8P-3.0mm 插座		
电压	DC5V		
电流	150Ma- 200mA		
尺寸	38mm*38mm		

		存储温度	-20°C—80°C	
		工作温度	0°C—70°C	
		USB 线材	1M(2M/3M/5M 可选)	
		系统支持	Win XP/Vista/Win7/Win8 / Linux with UVC ( above linux-2.6.26 ) MAC-OS X 10.4.8 or later/Android 4.0 or above with UVC	
6	组合导航	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 组合导航的空间位置的调整。</li> <li>2. 组合导航状态检测。</li> <li>3. 组合导航标定。</li> <li>4. 组合导航数据读取与可视化处理。</li> <li>5. 基于组合导航的自动驾驶。</li> <li>6. 组合导航参数</li> </ol>		
		系统精度	姿态精度	0.1° ( 基线长度≥2m )
			定位精度	单点L1/L2: 1.2m DGPS: 0.4m RTK: 1cm+1ppm
			数据更新率	100Hz
			初始化时间	1min
		IMU性能指标	陀螺类型	MEMS
			陀螺量程	±400 %s
			陀螺零偏稳定性	6°/h
			加速度计量程	±8g
			加速度计零偏稳定性	0.02mg
		通讯接口	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

			无线通信	WIFI: 802.11b/g/n 4G: GSM/GPRS/EDGE 900/1800MHz UMTS/HSPA+:850/900/2100MHz LTE:800/1800/2600MHz				
		环境指标	工作温度	-40°C ~ +75°C				
			存储温度	-40°C ~ +85°C				
			湿度	95%无冷凝				
			防护等级	IP67				
			振动	MIL-STD-810G (20g)				
			冲击	IEC-60028-2-27 (10g)				
		物理尺寸及电气特性	输入电压	9 ~ 32V DC (标准适配12V DC)				
			功耗	< 5W (典型值)				
			物理尺寸	162×120×53mm				
			重量	0.5Kg (不含天线和线缆)				
		组合导航系统性能	中断时间	定位模式	位置精度 (m)		速度精度 (m/s)	
					水平	垂直	水平	垂直
			0s	RTK	0.02	0.03	0.02	0.01
			10s	RTK	0.65	0.20	0.06	0.02
			60s	RTK	6.00	2.00	0.30	0.07
7	处理器	1. 处理器参数						

	-AGX	GPU	512核 Volta GPU(具有 64 个 Tensor 核心) 11TFLOPS (FP16) 22TOPS(INT8)
		DL 加速器	(2x)NVDLA 引擎 5TFLOPS (FP16) 10TOPS(INT8)
		CPU	8核 ARM v8.2 64位 CPU、8MB L2+4MB L3
		内存	16GB 256位 LPDDR4x 2133MHz-137GB/s
		显示接口	三个模式 DP 1.2/eDP 1.4/HDMI 2.0
		存储空间	32GB eMMC 5.1
		视觉加速器	7通道 VLIW 视觉处理器
		视频编码	8*4k 30(HEVC)
		视频解码	12*4k 30(HEVC)
		摄像头	16通道 MIPI CSI-2, 8通道 SLVS-EC D-PHY (40Gbps) C-PHY (109Gbps)
		UPHY	3*USB3.1, 4*USB2.0 1*8 或 1*4 或 1*2 或 2*1PCIe(Gen4)
		其他	UART、SPI、CAN、I2C、I2S、DMIC、GPIO
		连接	10/100/1000 RGMII
		尺寸	100mm*87mm
8	传感器六自由度调试平台		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 可支持激光雷达、毫米波雷达、组合导航、摄像头和工业显示屏等传感器及设备的位姿装调。</li> <li>2. 车架安装有 24 根高精度滑轨和 12 个阻尼转轴，能够支持进行各传感器的空间位姿调节。</li> <li>3. 车架两侧设置有鸥翼门，通过气动调节装置实现开闭，能够对内部设备进行防水防晒。</li> <li>4. 设备安装平台与车架滑动连接，可平移至车辆侧方进行使用。</li> <li>5. 材质为不锈钢。</li> </ol>
9	工业显示屏		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 21.5 寸 3mm16:9 电容触摸/JWS2483 V3.1</li> <li>2. 接口类型:DVI、HDMI、USB</li> <li>3. 触摸屏，响应时间 5ms</li> <li>4. 刷新率:60HZ</li> <li>5. 供电电压: 12V</li> </ol>
10	路由器		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 功能: 4G 路由器，支持网线和 4G 卡，实现车载供网。</li> <li>2. 参数:</li> </ol>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 4 个千兆网口;</li> <li>(2) 支持 30 台以上设备同时在线;</li> <li>(3) 信号覆盖 60m<sup>2</sup>;</li> <li>(4) 4G 网速 150Mbps;</li> </ul>
11	交换机	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. 端口 8 个。</li> <li>2. 速度为千兆以上。</li> <li>3. 可支持以太网。</li> </ul>
12	自动驾驶控制器	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. 电源供电: 12V, 2A。</li> <li>2. 2 路 CAN 总线, 波特率 500K。</li> <li>3. 2 路 CAN 收发模块, 波特率依据 CAN 控制模块。</li> <li>4. 能支持底盘线控系统 with 自动驾驶算法的融合。</li> </ul>
13	智能网联汽车虚拟仿真测试平台	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. 配置自适应前照明系统题目测试, 可调节主要灯光参数。</li> <li>2. 配置车道保持辅助系统题目测试, 实现车道线识别流程测试。</li> <li>3. 支持车辆动力学参数的模板创建;</li> <li>4. 支持车辆动力学参数的编辑和修改;</li> <li>5. 支持激光雷达模型的创建;</li> <li>6. 支持激光雷达模型的性能参数编辑和修改;</li> <li>7. 支持毫米波雷达模型的创建;</li> <li>8. 支持毫米波雷达模型的性能参数编辑和修改;</li> <li>9. 支持组合导航模型的创建;</li> <li>10. 支持组合导航模型的性能参数编辑和修改;</li> <li>11. 支持摄像头模型的创建;</li> <li>12. 支持摄像头模型的性能参数编辑和修改;</li> <li>13. 支持测试主车的参数配置;</li> <li>14. 支持主要传感器的安装位置参数调节;</li> <li>15. 内置一系列测试场景库, 由天气因素、道路因素、功能类型随机组成, 天气因素包括晴天、雨天; 道路因素包括直道、弯道; 功能类型包括自适应巡航、自动紧急制动、车道保持、自动泊车辅助等自动驾驶功能测试项目。</li> <li>16. 支持测试场景的概况预览;</li> <li>17. 支持仿真测试用例的创建和导入;</li> <li>18. 支持仿真测试用例的导出;</li> <li>19. 支持自动驾驶算法接入测试;</li> <li>20. 支持自动驾驶算法的参数编辑;</li> <li>21. 支持与多传感器融合线控底盘车连通, 支持硬件在环测试。</li> <li>22. 支持通用类型传感器仿真, 满足对于感知系统算法的虚拟仿真测试。</li> <li>23. 支持算法参数调整后的自动驾驶功能实时仿真测试。</li> <li>24. 仿真测试过程中支持车辆行驶状况实时监控;</li> <li>25. 支持测试结果的报告下载, 并自动进行打分。</li> </ul>

