

河北省 2022 年高等职业院校 光伏电子工程的设计与实施（高职组） 技能大赛赛项规程

一、赛项名称

赛项编号：GZ2022005

赛项名称：光伏电子工程的设计与实施

英文名称：Design and Implementation of PV Electronic
Engineering

赛项组别：高职组

赛项归属产业：电子信息大类

二、竞赛目的

“光伏电子工程的设计与实施”赛项基于当下新能源产业领域不断创新突破的技术环境与面向全球市场复杂多变的发展态势，旨在通过赛事的组织与推广，推进光伏工程技术、电子信息技术、智能微电网技术等战略新兴产业新能源领域高职教育供给侧的结构性改革，匹配新发展格局下产业转型升级需求推进新能源等相关专业课程体系的优化设置以及教学模式的创新升级，为建立健全绿色低碳循环发展经济体系、助力十四五规划和 2035 年远景目标实现培养大量有工匠精神、具备关键能力、兼具创新思维的高素质复合型人才。

“光伏电子工程的设计与实施”赛项基于人才链重构的产业背景下光伏产业的真实生产环境，考核光伏电站的设计、部署与安装、检测、运维以及能源需求分析等方面的内容，要求参赛选手掌握装配技术与安装工艺、本地控制与数据采集技术、各类通讯技术、系统维护与能源综合利用技术等，考核内容与标准设置均紧密对接国际前沿行标，并将企业的新技术、新工艺、新规范引入到竞赛内容中。通过评价考核方案设计进一步引导院校新能源等相关领域人才的培养目标、课程设置与教学标准的优化，通过竞赛广泛推广“做中学、学中

做”育人模式和“理实一体、双创结合”的教学环境建设，形成符合学生成长规律、顺应社会经济发展与产业结构升级、能力培养与职业岗位需求耦合的培养标准，创新高素质技术技能人才教育环境建设，服务新经济人才诉求。

三、竞赛内容

赛项为团队竞技，赛事时长为3小时。参赛选手将在智慧新能源实训系统上完成工业园区、岛屿等区域能源工程项目规划、设计；在设计后的区域能源工程项目基础上，利用系统提供的供能装置、储能装置、智能控制装置、测量仪表、负载装置等各组成部分上实现设备选型、安装部署、电子控制模块的开发、光伏管控系统开发、能源工程系统调试检测及能源系统运行维护等项目任务；能够在实训系统的辅助下，有效采集获取能源数据、并控制能源系统的运行，创新性的完成项目任务。

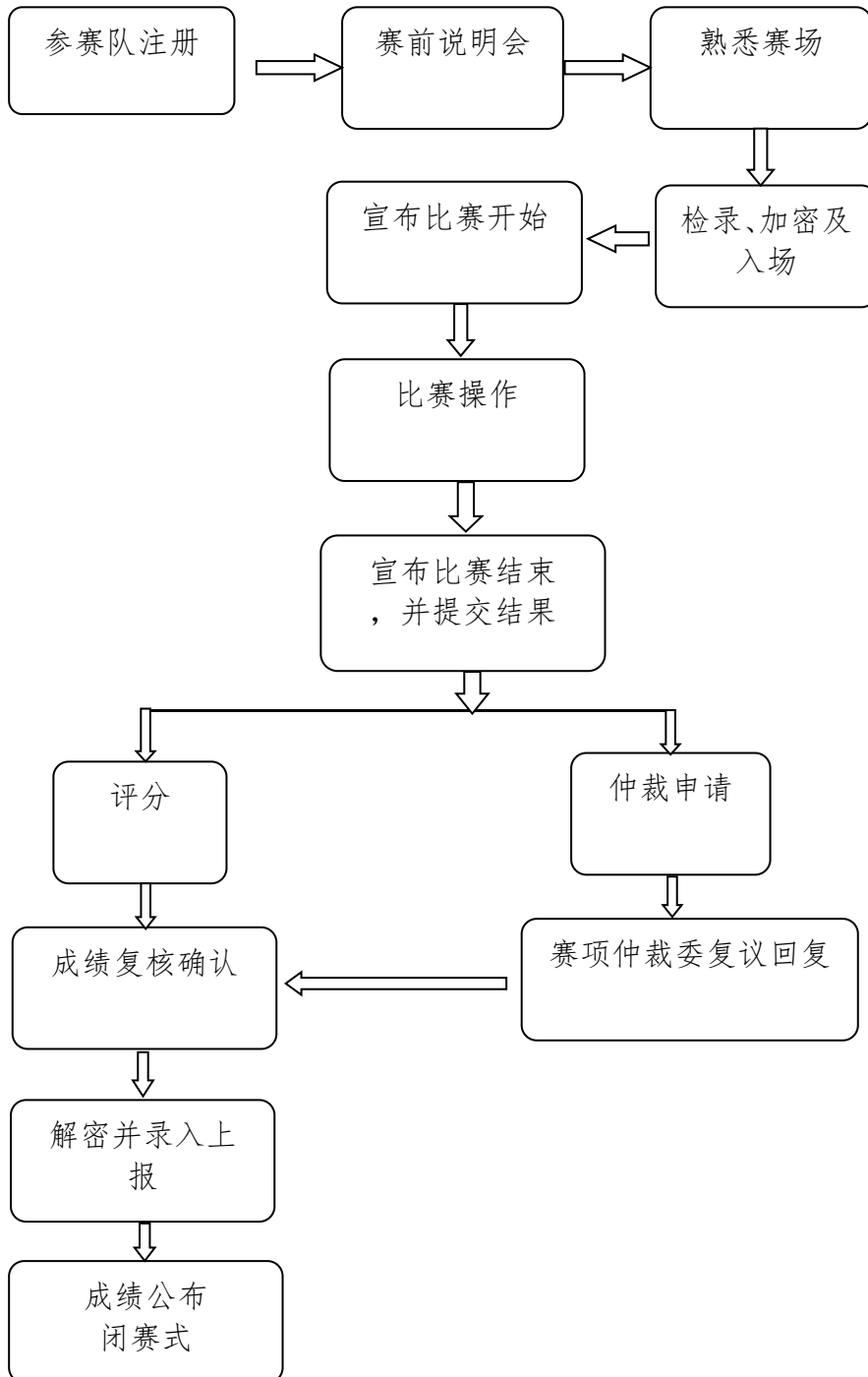
四、竞赛流程

表1 竞赛流程

| 日期 | 事项安排 | 时间 |
|-----|-----------------------------------|-------------|
| 第一天 | 参赛队报到注册 | —— |
| | 选手说明会、熟悉赛场 | 15:00-16:00 |
| 第二天 | 第一场参赛队由工作人员带领前往赛场检录、二次加密、抽取工位号及入场 | 7:20-7:30 |
| | 第一场比赛时间 | 7:30-10:30 |
| | 第一场裁判组评分，恢复比赛设备 | 10:30-11:20 |
| | 第二场参赛队由工作人员带领前往赛场检录、二次加密、抽取工位号及入场 | 11:20-11:30 |
| | 第二场比赛时间 | 11:30-14:30 |
| | 第二场裁判组评分，恢复比赛设备 | 14:30-15:20 |
| | 第三场参赛队由工作人员带领前往赛场检录、二次加密、抽取工位号及入场 | 15:20-15:30 |

| | | |
|-----|----------------------|-------------|
| | 第三场比赛时间 | 15:30-18:30 |
| | 第三场裁判组评分 | 18:30-19:20 |
| | 赛项申诉与仲裁, 成绩复核确认 录入上报 | 19:30-21:30 |
| 第三天 | 成绩公布 | 成绩复核无误后 |
| | 闭幕式 | --- |

竞赛流程图



五、竞赛试题

本赛项在正式比赛前公开竞赛样卷。比赛前，在监督组的监督下，由裁判长指定相关人员开启正式赛卷。专家及相关人员，与赛项执委会签署保密协议，在赛项监督人员的监督下开展工作，赛项监督人员不参与涉及到大赛内容的具体事务。

六、竞赛规则

1. 每个参赛队由 3 名选手（设场上队长 1 名）和 1-2 名指导教师组成。

2. 每支参赛队最多配备 2 名指导教师,指导教师须为本校专兼职教师。

3. 参赛选手凭大赛组委会颁发的参赛凭证和有效身份证件（身份证、学生证）参加竞赛及相关活动，在赛场内操作期间应当始终佩带参赛凭证以备检查。

4. 参赛选手应严格遵守赛场纪律，服从指挥，着装整洁，仪表端庄，讲文明礼貌。各地代表队之间应团结、友好、协作，避免各种矛盾发生。

5. 参赛选手须提前 10 分钟入场，入场必须佩戴参赛证并出示身份证和学生证。不得私自携带任何软硬件工具（各种便携式电脑、各种移动存储设备等）、技术资源、通信工具。按工位号入座，检查比赛所需竞赛设备齐全后，由参赛选手签字确认方可开始比赛。选手在比赛中应注意随时存盘。迟到超过 10 分钟不得入场。竞赛期间不准出场，竞赛结束后方开离场。

6. 竞赛过程中，每个参赛队内部成员之间可以互相沟通，不得向本队之外的任何人员讨论问题，也不得向裁判、巡视和其他必须进入考场的工作人员询问与竞赛项目的操作流程和操作方法有关的问题，如有竞赛题目文字不清、软硬件环境故障的问题时，可向裁判员询问，成员间的沟通谈话不得影响到其他竞赛队伍。

7. 参赛选队在竞赛中完成接线和查线后，具备上电准备时，可由队长向裁判提出上电申请，由现场技术支持人员检查确认后给予上电，参赛选手禁止自己合闸上电。

8. 竞赛过程中除裁判和其他必须进入考场的工作人员外，任何其它非竞赛选手不得进入竞赛场地。

9. 竞赛结束（或提前完成）后，参赛队要确认成功提交竞赛要求的文件，裁判员与参赛队队长一起签字确认，参赛队在确认后不得再进行任何操作。

10. 其它未尽事宜，将在竞赛指南或赛前说明会向各领队做详细说明。

七、竞赛环境

1. 场地应通风良好，具有完好的防暑降温设施（空调或风扇）。净高不少于 4 米，采光照良好。

2. 赛场每个竞赛工位使用场地不小于 $3.5 \times 3.5 \text{ m}^2$ ，每个工位具有电源保护装置和安全保护措施，并且支持 8 个 AC220V50Hz 交流三孔电源插座（2 个用于竞赛设备，其他用于工作站 PC），供电负荷不小于 5kw。

3. 赛场内设置有洁净的男女卫生间。

4. 竞赛场地划分为检录区、候考区、现场服务与技术支持区、休息区、医疗区、观摩通道。

5. 每个竞赛工位标明编号，工位内粘贴安全操作须知。

6. 每个竞赛工位配有工作台，卫生工具、垃圾筒。

7. 每个工位配备编程用电脑 2 台（配置要求由赛项合作单位与承办校沟通），并安装竞赛规定软件。

8. 赛场设有保安、公安、消防、医疗、设备维修和电力抢险等人员，以防突发事件。场地内部消防设施齐全，应有不少于 2 处的人员疏散大门。疏散通道畅通，防火疏散标识清晰、齐全；场地旁边

应有能进入医疗、消防等急救车辆的通道。

9. 根据疫情防控要求，按总赛位数 10%，设置隔离赛位。

10. 以上竞赛环境请以赛前说明会公布的竞赛规程为准。

八、技术规范

本赛项遵循以下国际相关标准，国家相关标准和行业相关标准：

1. IEC 61730-2 ed2.0 Photovoltaic (PV) module safety qualification
- Part 2: Requirements for testing(光伏(PV)组件安全鉴定-测试要求)。

2. GB/T 36568-2018 光伏方阵检修规程。

3. GB/T 36567-2018 光伏组件检修规程。

4. GB 50797-2012 光伏发电站设计规范。

5. GB/T 35694-2017 光伏发电站安全规程。

6. GB/T50054-2011 低压配电设计规范

7. GB 50797-2012 光伏发电站设计规范。

8. GB50055-2011 通用用电设备配电设计规范。

9. DB34/T 2450-2015 户用并网光伏系统设计与施工规范。

10. GB/T 33342-2016 户用分布式光伏发电并网接口技术规范。

11. DL/T 5429-2009 电力系统设计技术规程。

12. GB/T 32512-2016 光伏发电站防雷技术要求。

13. GB/T 14598.1-2002 电气继电器 第 23 部分：触点性能。

14. IEC61215\IEC61730 光伏组件标准。

15. IEC61730 光伏 (PV) 组件安全鉴定。

16. GB/T50052-2009 供配电系统设计规范。

17. DL/T 5429-2009 电力系统设计技术规程。

18. IEC 61173 光伏发电系统过电压保护。

19. IEC 61194 独立光伏系统的特性参数。

20. IEC 61427-1-2013 太阳光伏能系统用蓄电池和蓄电池组一

般要求和试验方法。第 1 部分：光伏离网应用。

21. GB/T 29320-2012 光伏电站太阳跟踪系统技术要求。
22. GB/T 2297-1989 太阳光伏能源系统术语。
23. .GB/T 34932-2017 分布式光伏发电系统远程监控技术规范。
24. GB/T34129-2017 微电网配电网测试规范。
25. GB 50217-2007 电力工程电缆设计规范。
26. GB/T 50062-2008 电力装置的继电器保护和自动装置设计规范。
27. GBT 32900-2016 光伏电站继电保护技术规范。
28. DL/T 5391-2007 电力系统通讯设计技术规定。
29. GB/T 14048.7-2016 低压开关设备和控制设备 第 7-1 部分： 辅助器件 铜导体的接线端子排。
30. IEC 61727 ed2.0 Photovoltaic (PV) systems - Characteristics of the utility interface （光伏（PV）系统电网接口的特性。）
31. GB/T 18135-2008 电气工程 CAD 制图规则。
32. GB/T 6988.1-2008 《电气技术用文件的编制》。
33. IPC-A-610E-2010 中文版电子组件的可接受性。
34. SJ/T 10533-94 电子设备制造防静电技术要求。
35. GB/T 4588.3-2002 印制板的设计和使用。
36. JY/T 0465-2015 高等职业学校光伏发电技术与应用专业仪器设备装备规范。
37. GB/T 12326-2008 电能质量电压波动和闪变。
38. GB 50796-2012 光伏电站建设与运维验收规范。

九、技术平台

本次赛项使用技术平台为智慧新能源实训系统(Vulcan.sw2)，由浙江瑞亚能源科技有限公司提供。

结合竞赛考核内容，本次赛项建议使用 **Vulcan.sw2**，满足光伏工程项目设计、工程实施与调试、能源管理、新能源电子应用产品开发等新能源产业典型岗位用人需求的竞赛设备，竞赛设备应具备与“互联网+”设计思路相结合，基于对光伏工程工程的实现原理、性能特性的深刻研究，高度集成、整合光伏工程技术、新能源发电技术、传感技术、电子信息、通信技术、自动控制技术和供配电技术，可实现新能源全景动态模型仿真、光伏电站搭建、多种光伏发电模式设计、光伏工程的能量管控、光伏工程电子产品的创意设计以及多种通讯方式的应用。

（一）系统组成

1.工程环境模拟平台

具有光源、光源支架、光源驱动装置、光伏组件、传感模块及控制等装置组成。通过采用大功率碘钨灯作为光源可有效模拟实际日光的发电效果；通过电子传感控制装置实现光伏逐日，最优化利用太阳光，提高光电转换效率。可满足光伏组件安装、检测、光伏组件固定倾角模式及逐日模式的实训。

2.光伏电子中心管控平台

具有光伏并网工程实训模块、光伏离网电子实训模块、负载模块、数据采集模块、通讯模块、集中控制模块，可实现离网及并网多种光伏发电模式的教学展示，以及光伏电子控制、电气自动控制、数据采集、LoRa/以太网/RS485 等多元化通讯装置的安装、开发、调试等实训内容。为可实现集光伏能源发电技术、传感技术、信息通信技术、自动控制技术为一体的综合实训平台。

3.能源互联网仿真规划平台

可以通过对区域能耗的情况、地域特征及新能源产能的分析，对风能、光能、生物质能、浅层地热能及储能多能协同优化设计，以满足对特定区域能源供给的需求，达到区域电力产耗能平衡的效果。

软件能够从光伏电站的安装倾角、太阳能选址、太阳能偏差、太阳能容量偏差等方面对光伏电站设计合理性进行评价。从风力发电方案的风机选型、风能选址偏差、风能容量偏差等方面评价风力发电部分设计的合理性。从浅层地热方案的地热选址、地热利用率方面评价浅层地热部分的合理性。从生物质方案的选址、生物质电站容量偏差安方面评价生物质发电部分设计的合理性。从供电不足天数、弃电天数综合评价整体区域能源平衡方案设计的合理性；从储能的波动率方面评价对储能电站的利用率；从风力电站与光伏电站的总容量比值来评价新能源电站建设的合理性；从占地数量来评价系新能源电站对土地的合理利用。

（二）设备清单

表 2 设备清单

| 序号 | 系统平台 | 平台模块 | 子平台简介 |
|----|------------|------------|---|
| 1 | 工程环境模拟平台 | / | 本平台主要由光源、光源支架、光源驱动装置、光伏组件、电机、传感模块及控制等装置组成；通过采用大功率碘钨灯作为光源，可有效模拟实际日光的发电效果；光伏组件倾斜角度可调，能够最优化使用太阳光，提高光电转换效率。 |
| 2 | 光伏电子中心控制平台 | 光伏并网工程实训模块 | 光伏发电模块由并网逆变器、隔离变压器、并网功能单元组成；发电方式多样，可进行全额并网模式自发自用余电上网模式等多种发电模式的实训。 |
| | | 光伏离网电子实训模块 | 光伏离网电子实训模块包含智能离网微逆变系统、光伏控制器、储能模块等模块组成，可以使用嵌入式系统进行光伏电子设备的控制、数据采集、通讯等功能开发实训，实现对光伏离网发电系统设备进行管理和控制。 |
| | | 数据采集模块 | 数据采集模块通过直流电压电流表、交流电压电流表，单相电能表、双向电能表以及环境数据采集如温湿度 |

| | | | |
|---|----------|--------|---|
| | | | 传感器、光照度传感器组成实现光伏系统的电气数据与环境数据的显示和采集。 |
| | | 通讯模块 | 通讯模块包括 LoRa 模块、交换机等电子设备。 |
| | | 集中控制模块 | 集控模块由PLC、触摸屏、断路保护系统等组成。集控模块是整个智慧新能源平台的核心，通过连接环境模拟平台、负载模块，实现其控制功能和能源管理功能。 |
| | | 负载模块 | 负载模块主要通过实际用能侧的展示来体现光伏发电系统的实际应用性及广泛性，包含报警灯、投射灯、风扇等直流负载及交流负载。 |
| 3 | 能源仿真规划平台 | / | 能源仿真规划平台作为新能源系统工程规划部署平台，可以通过对区域能耗的情况、地域特征及新能源产能的分析，对风能、光能、生物质能、浅层地热能及储能多能协同优化设计，以满足对特定区域能源供给的需求，达到区域电力产耗能平衡的效果。 |

十、成绩评定

(一) 评分标准

1. 竞赛分值比例

表 3 竞赛分值比例

| 序号 | 名称 | 占比 | 考核内容 |
|----|-----------|-----|--|
| 1 | 工程规划与工程部署 | 20% | <p>(1) 考核参赛选手对光伏电子工程系统原理的掌握、工程制图规范的掌握及系统设计能力。</p> <p>(2) 考核参赛选手就光伏电子工程，对于供能设备、储能设备、智能控制装置及负载装置等的安装、配置、连接技能、方法、工艺的掌握。</p> <p>(3) 考核参赛选手在安装接线完成后，是否遵照用电操作规范，对设备进行完整的检测。</p> |
| 2 | 系统开发与系统调试 | 55% | <p>(1) 光伏电子设备控制逻辑、数据采集、显示及通讯等功能的实现效果；光伏电子设备的检测，占比14%。</p> <p>(2) 控制按键的功能的实现效果，占比19%。</p> <p>(3) 系统结构符合要求，登录界面、数据监控界面、操作界面、数据报表等功能的实现符合要求；符合通过指定通讯方式的信息呈现；光伏系统整机运行效果，占比15%。</p> <p>(4) 指定项目的测量方法、测量点及测量值正确性，占比7%。</p> |

| | | | |
|---|-----------|-----|---|
| 3 | 区域能源分析与排布 | 20% | 考核参赛选手对区域能源工程项目整体的项目需求分析，能源供电选址，能源系统分析，产能分析，能源优化等知识的掌握。 |
| 4 | 职业规范与安全生产 | 5% | 考核参赛选手在职业规范、团队协作、组织管理、工作计划、团队风貌等方面的职业素养成绩。 |

(二) 评分方法

1. 组织与分工

(1) 参与大赛赛项成绩管理的组织机构包括裁判组、仲裁组。

(2) 裁判组实行“裁判长负责制”，设裁判长 1 名；裁判员 5-6 名。

(3) 检录工作人员负责对参赛队伍（选手）进行点名登记、身份核对等工作；裁判按规定做好赛场记录，维护赛场纪律，评定参赛队的现场得分，对参赛队伍（选手）的比赛作品、比赛表现按赛项评分标准进行评定。

(4) 仲裁组负责接受由参赛队领队提出的对裁判结果的申诉，组织复议并及时反馈复议结果。

2. 成绩评定方法

成绩评定是根据竞赛考核目标、内容对参赛队或选手在竞赛过程中的表现和最终成果做出评价。本赛项的评分方法为结果评分。结果评分是对参赛选手提交的竞赛成果，依据赛项评价标准进行评价评分。

所有的评分表、成绩汇总表备案以供核查，最终的成绩由裁判长进行审核确认并上报大赛组委会。

通过检录、一次加密、二次加密、竞赛成绩评定、解密、成绩公布等流程，规范成绩管理。

竞赛成绩评定本着公平公正公开的原则，评分标准注重对参赛选

手价值观与态度，以技能考核为主，兼顾实际应用能力和职业道德素养综合评定。

十一、赛项安全

赛事安全是技能大赛一切工作顺利开展的先决条件，是赛事筹备和运行工作必须考虑的核心问题。赛项执委会采取切实有效措施保证大赛期间参赛选手、指导教师、裁判员、工作人员及观众的人身安全。

（一）比赛环境

1.执委会在赛前组织专人对比赛现场、住宿场所和交通保障进行考察，并对安全工作提出明确要求。赛场的布置，赛场内的器材、设备，符合国家有关安全规定。承办单位赛前将按照执委会要求排除安全隐患。

2.赛场周围设立警戒线，防止无关人员进入发生意外事件。比赛现场内的每个工位粘贴安全操作规范，选手进场后开赛前，裁判长将统一进行告知。设备通电前应向现场裁判举手示意，在现场裁判检查并同意后方可通电。

3.承办单位将制定赛场用电预案。现场提供医疗和消防安全保障。

4.执委会将会同承办单位制定开放赛场和体验区的人员疏导方案。赛场环境中除了设置齐全的指示标志外，还将增加引导人员，并开辟备用通道。

5.大赛期间，承办单位将按照执委会要求在赛场管理的关键岗位，增加力量，建立安全管理日志。

6.参赛选手进入赛位、赛事裁判工作人员进入工作场所，严禁携带通讯、照相摄录设备，禁止携带记录用具。如确有需要，由赛场统一配置、统一管理。赛项将根据需要配置安检设备对进入赛场重要区

域的人员进行安检。

（二）组队责任

1.各学校组织代表队时，须安排为参赛选手购买大赛期间的人身意外伤害保险，有效期必须为大赛举行期间，不得以其他长期保险代替。

2.各学校代表队组成后，须制定相关管理制度，并对所有选手、指导教师进行安全教育。

3.各参赛队伍须加强对参与比赛人员的安全管理，实现与赛场安全管理的对接。

（三）应急处理

比赛期间发生意外事故，发现者应第一时间报告执委会，同时采取措施避免事态扩大。执委会应立即启动预案予以解决并报告赛区执委会。赛项出现重大安全问题可以停赛，是否停赛由赛区组委会决定。事后，赛区执委会应向大赛执委会报告详细情况。

（四）处罚措施

1.因参赛队伍原因造成重大安全事故的，取消其获奖资格。

2.参赛队伍有发生重大安全事故隐患，经赛场工作人员提示、警告无效的，可取消其继续比赛的资格。

3.赛事工作人员违规的，按照相应的制度追究责任。情节恶劣并造成重大安全事故的，由司法机关追究相应法律责任。

十二、竞赛须知

（一）参赛队须知

1.参赛队选手在报名获得确认后，原则上不再更换，如筹备过程中，选手因故不能参赛，所在省教育主管部门需出具书面说明并按相关参赛选手资格补充人员并接受审核。竞赛开始后，参赛队不得更换

参赛选手，允许队员缺席竞赛。

2.参赛队按照大赛赛程安排凭大赛组委会颁发的参赛证和有效身份证件参加比赛及相关活动。

3.各参赛队按赛项执委会统一安排参加比赛前熟悉场地环境的活动。

4.各参赛队按赛项执委会统一要求，准时参加赛前领队会和抽签仪式。

5.各参赛队在比赛期间，应保证所有参赛选手的安全，防止交通事故和其它意外事故的发生，为参赛选手购买人身意外保险。

6.各参赛队要发扬良好道德风尚，听从指挥，服从裁判，不弄虚作假。

（二）指导教师须知

1.各指导教师要发扬良好道德风尚，听从指挥，服从裁判，不弄虚作假。

2.指导教师应认真研究和掌握本赛项比赛的技术规则和赛场要求，指导选手做好赛前的一切准备工作。

3.指导教师应在赛后做好技术总结和工作总结。

（三）参赛选手须知

1.任务书如出现缺页、字迹不清等问题，须及时向裁判示意，并进行更换；比赛结束后，所提供的所有纸质材料均须留在赛场，不得带离赛场，一经发现视为作弊处理。

2.设备的安装配置请严格按照任务书的要求及工艺规范进行操作。

3.参赛团队应在规定时间内完成任务书要求的内容，任务实现过程中形成的文件资料必须存储到任务书指定的位置，未存储到指定位

置造成裁判组无法检查结果，相应部分不得分。

4.比赛过程中，选手认定设备或器件有故障可向裁判员提出更换；如器件或设备经测定完好属误判时，器件或设备的认定时间计入比赛时间；如果器件或设备经测定确有故障，则当场更换设备，此过程中（设备测定开始到更换完成）造成的时间损失，比赛时间结束后经裁判组讨论，酌情对该小组进行等量的时间延迟补偿。

5.比赛过程中由于选手操作失误原因造成器件损坏，选手可提出更换申请，并视情节扣5~10分。

6.在裁判组宣布比赛结束后，请选手立即停止对竞赛设备与计算机的任何操作，否则视为作弊处理。

7.在完成大赛过程中，因操作不当导致设备破坏性损坏或造成事故，视情节扣5~10分，情况严重者取消比赛资格。

8.衣着不整、污染赛场环境、扰乱赛场秩序、干扰裁判工作等违反职业规范的行为，视情节扣5~10分，情节严重者取消大赛资格。

9.设备第一次上电，参赛选手须举手示意裁判请求通电，并由参赛选手现场完成上电检测，参赛选手确认检测无误且裁判许可后方可通电；参赛选手对检测结果负责。

（四）工作人员须知

1.工作人员必须服从赛项执委会统一指挥，佩戴工作人员标识，认真履行职责，做好大赛服务工作。

2.工作人员按照分工准时上岗，不得擅自离岗，应认真履行各自的工作职责，保证大赛工作的顺利进行。

3.工作人员应在规定的区域内工作，未经许可，不得擅自进入大赛场地。如需进场，需经过裁判长同意，核准证件，由裁判跟随入场。

4.如遇突发事件，须及时向裁判员报告，同时做好疏导工作，避

免重大事故发生，确保大赛圆满成功。

5.大赛期间，工作人员不得干涉职责之外的事宜，不得利用工作之便，弄虚作假、徇私舞弊。如有上述现象或因工作不负责任的情况，造成大赛程序无法继续进行，由赛项执委会视情节轻重，给予通报批评或停止工作，并通知其所在单位做出相应处理。

十三、申诉与仲裁

本赛项在比赛过程中若出现有失公正或有关人员违规等现象，代表队领队可在比赛结束后 1 小时之内向仲裁组提出书面申诉。