

2022 年全国职业院校技能大赛

赛项规程

一、赛项名称

赛项编号：GZ-2022033

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：电子与信息大类

二、竞赛目的

光伏行业属于新能源行业，是“十四五”规划聚焦发展壮大的战略性新兴产业领域之一，作为极具发展潜力的新能源，光伏发电在电力生产中的占比正逐年递增，为推动能源低碳转型、促进双碳目标实现提供重要支撑，我国光伏发电累计装机容量市场规模在 2021-2025 年间复合增长率预计将达到 26.9%。与此同时随着产业链整体技术迭代与工艺优化，光伏发电行业持续降本增效，其经济性愈发凸显，截止 2020 年 8 月，光伏平价项目已覆盖全国 18 个省份。2021 年 11 月，四部门发布《关于加强产融合作推动工业绿色发展的指导意见》，要求加强电子信息技术与清洁能源产业融合创新，引导智能光伏产业高质量发展。

“光伏电子工程的设计与实施”赛项立足光伏发电产业链不断创新突破的技术应用与智能技术赋能高质量发展的光伏产业发展态势，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性新兴产业领域高职教育供给侧的结构性改革，适应新型工业基础设施建设与现代产业体系构建，促进职业院校专业建设和教学改革，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技术技能人才。

赛项基于人才链重构的光伏产业真实生产环境，考核光伏电站的设计部署、电站安装与系统集成、智能检测与信息采集、智能化运维管理与需求分析等方面内容，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、各类通讯技术、系统维护与能源综合利用等综合技术应用能力，考核了参赛选手在实践动手、规范操作、精细工作、团队合作等方面等综合职业素养。通过评价考核方案设计进一步引导职业院校新能源智造、电子信息等相关领域人才的培养目标、课程体系、教学标准优化，通过“岗课赛证”综合育人打造符合学生成长规律、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模式，优化大国工匠培养环境，服务新经济人才诉求。

三、竞赛内容

赛项为团队竞技，选手应在两天内完成。第一天完成任务一光伏电子工程的设计与开发，竞赛时长为 5 小时。第二天完成任务二光伏电子工程的实施与调试，竞赛时长为 3 小时。职业规范与安全生产在竞赛全过程中考核。比赛任务及考核内容如表 1 所示。

表 1 比赛任务及考核内容

考核时间	竞赛任务	配分比例%	考核内容
第一天	任务一、 光伏电子工程的设计与 开发	41%	（一）能源分析与系统设计 考核选手对区域能源工程项目整体的项目需求分析、能源系统分析、产能分析、耗能分析、项目可行性分析、能源供电选址、系统设计等知识的掌握。
			（二）光伏电子设备的开发 考核选手对光伏电子设备的开发能力：要求选手基于光伏电子设备进行智能控制、数据采集、显示等功能开发。
			（三）微电网系统管控功能的开发 考核选手对光伏电子工程的本地控制及远程监控功

			能的开发能力：要求选手基于可编程控制器及组态软件进行数据采集与显示、系统监测控制、报表管理等功能的开发。
第二天	任务二、 光伏电子工程的实施与调试	54%	（一）工程部署与安装 考核选手对光伏电子工程的供能设备、储能设备、智能控制装置、负载装置、数据采集装置、通讯装置等的安装、配置、连接技能、方法、工艺的掌握。
			（二）系统调试与运行 考核选手对光伏电子工程的监控系统和能量管理系统的运行机制及运行方法、对传感技术及各类通讯技术的掌握：实现对光伏系统的整机运行及能源综合利用。
			（三）工程竣工验收 考核选手对光伏电子工程验收标准及检测技能的掌握：要求根据工程验收项目及验收标准，按照用电操作规范，对光伏系统线路、设备、功能进行检验，并按要求完成记录。
竞赛全过程	职业规范与安全生产	5%	考核选手安全操作规程、团队协作、文明比赛、现场整洁有序等方面的职业素养。

四、竞赛方式

（一）赛项采取团队比赛形式，不计选手个人成绩，统计参赛队的总成绩并进行排序。

（二）每个参赛队由 3 名选手（其中队长 1 名）和 1~2 名指导教师组成。

（三）3 名选手在大赛现场按照大赛任务要求，自行分工，相互配合完成大赛任务。

（四）本赛项拟邀请国际（境外）团队参赛，并且组织观摩大赛。

五、竞赛流程

（一）时间安排

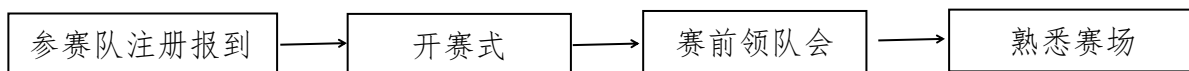
竞赛时间安排：第一天 5 小时，第二天 3 小时。表 2 事项安排作为参考，以实际安排为准。

表 2 大赛事项安排

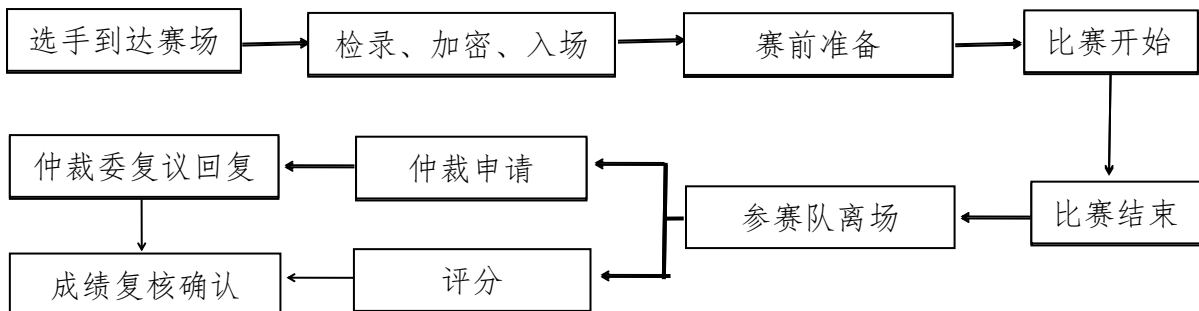
日期	事项安排	时间
第一天	参赛队报到注册	——
	开赛式	14:00-15:00
	赛前领队会	15:10-15:40
	熟悉赛场	15:40-16:40
第二天	选手到达赛场	7:30 前
	检录、两次加密及入场	7:30-8:00
	赛前 30 分钟准备	8:00-8:30
	第一天比赛时间	8:30-13:30
	参赛队离场	13:30-14:00
	赛项申诉与仲裁	14:00-16:00
	第一天竞赛成果评分、成绩复核确认、录入评分系统	14:00-成绩复核无误后
第三天	选手到达赛场	7:30 前
	检录、两次加密及入场	7:30-8:00
	赛前 30 分钟准备	8:00-8:30
	第二天比赛时间	8:30-11:30
	参赛队离场	11:30-12:00
	赛项申诉与仲裁	12:00-14:00
	第二天竞赛成果评分、成绩复核确认； 两天成绩汇总统分、成绩复核确认、解密、录入上报、 成绩公示	12:00-成绩复核无误后
第四天	闭赛式	9:00 开始

(二) 竞赛流程图

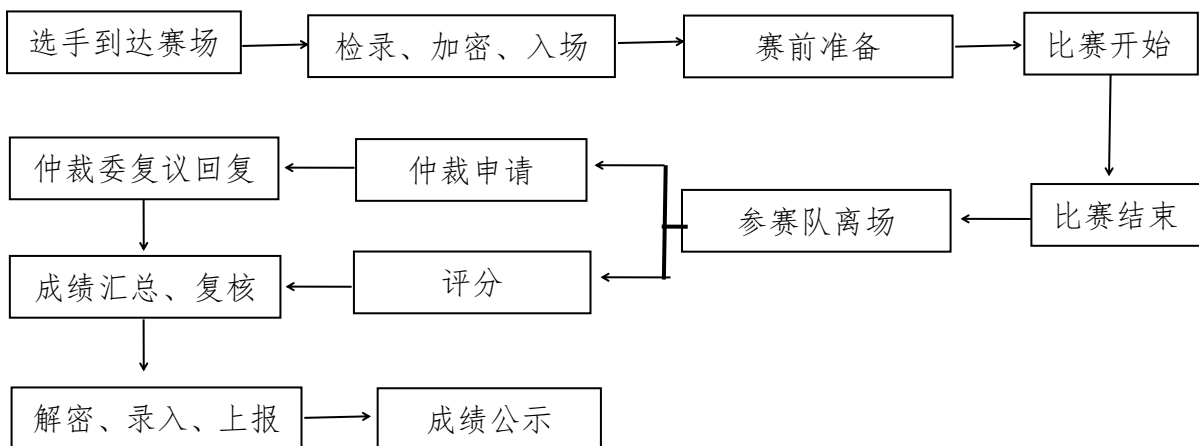
第一天



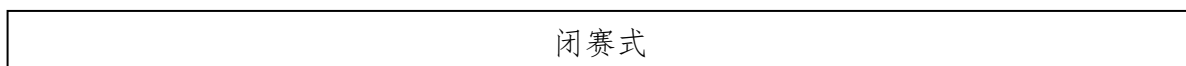
第二天



第三天



第四天



六、竞赛赛卷

（一）本赛项正式赛卷由公开赛题加神秘题组成，公开赛题部分占 70%，神秘题部分占 30%。公开赛题 10 套于赛前一个月左右在大赛信息发布平台上（www.chinaskills-jsw.org）公布。

（二）正式赛卷于比赛前三天内，把公开部分的赛卷随机排序后，在监督仲裁组的监督下，由裁判长指定相关人员从公开的赛卷中抽取正式赛卷及备用赛卷，神秘题部分于竞赛时直接加入到正式抽签确定的公开赛题部分，组成正式竞赛题。

（三）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。

竞赛任务书（样卷）见附件。

七、竞赛规则

竞赛规则以 2022 年全国职业院校技能大赛制度为准，如赛项规程与 2022 年大赛制度有冲突的，一律按 2022 年大赛制度的规定执行。

（一）为确保大赛工作安全平稳进行，报名以省（自治区、直辖市、新疆生产建设兵团）为单位组队，各地限额推荐 2 支队伍，不得跨校组队。

（二）每个参赛队由 3 名选手（设场上队长 1 名）组成。参赛选手须为高等职业学校专科、本科全日制在籍学生。五年制高职学生报名参赛的，四、五年级学生参加高职组比赛。鼓励高职大龄学生、国际学生、符合条件的国际选手参赛。凡在往届全国职业院校技能大赛中获一等奖的选手，不能再参加同一项目相同组别的比赛。

（三）每支参赛队限报 2 名指导教师，指导教师须为本校专兼职教师。

（四）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）、安全参赛承诺书、持两绿码（健康码、行程码）、核酸检测阴性报告以及根据比赛地疫情防控部门要求，参加比赛与相关活动。

（五）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。

（六）参赛队在比赛前一天由赛项执委会统一组织熟悉赛场。

（七）参赛选手须提前 30 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（各种便携式计算机、各种移动存储设备等）、技术资源、通信工具（含各种智能手表，电子石英表）。按加密后的工位号对号入座，检查比赛所需大赛设备齐全，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保存文件、程序等成果，在工位意外断电发生时，由于选手没有及时保存导致的成果损失，补时不得超过 10 分钟。迟到超过 10 分钟不得入场。大赛期间不准出场，大赛结束后方开离场。

（八）大赛过程中，每个参赛队内部成员之间可以互相沟通，但不得向队员以外的其他任何人员讨论问题，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大赛项目的操作流程和操作方法有关的问题，如有大赛纸质材料文字不清、软硬件环境故障等问题时，可举手报告裁判员。

（九）大赛结束（或提前完成）后，参赛队要确认成功提交大赛要求的文档，由参赛队队长签字确认，参赛队在确认后不得再进行任何操作。

（十）其它未尽事宜，将在大赛指南或赛前说明会向各参赛队做详细说明。

八、竞赛环境

（一）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。

（二）赛场每个竞赛工位使用场地不小于 3.6*3.8m；每个工位配备 AC220V/50Hz 交流电源插座不少于 9 个，提供两路输出 24V 开关电源；单个工位供电负荷不小于 5kW，具有电源保护装置和安全保护措施。

（三）赛场内设置有洁净的男女卫生间。

（四）竞赛场地划分为比赛区、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。

（五）每个竞赛工位标明编号，工位内显著位置粘贴安全操作须知。

(六) 每个竞赛工位配有工作台、卫生工具及垃圾筒。

(七) 每个工位配备电脑三台（配置要求由赛项合作单位与承办校沟通），安装大赛所需的相关软件。

(八) 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。

(九) 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。

(十) 根据疫情防控要求，按总赛位数10%，设置隔离赛位。

九、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：

(一) 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）。

(二) GB 50797-2012 光伏发电站设计规范。

(三) GB/T 35694-2017 光伏发电站安全规程。

(四) GB/T 50054-2011 低压配电设计规范。

(五) GB/T 50052-2009 供配电系统设计规范。

(六) GB 50055-2011 通用用电设备配电设计规范。

(七) DL/T 5429-2009 电力系统设计技术规程。

(八) IEC 60364-7-712:2017 Requirements for special installations or locations - Solar photovoltaic (PV) power supply systems（特殊装置或场所的要求 - 太阳能光伏（PV）供电系统）。

(九) GB/T 32512-2016 光伏发电站防雷技术要求。

(十) GB/T 31999-2015 光伏发电系统接入配电网特性评价技术规范。

(十一) GB/T 29319-2012 光伏发电系统接入配电网技术规定。

(十二) GB/T 30152-2013 光伏发电系统接入配电网检测规程。

(十三) GB 50794-2012 光伏发电站施工规范。

- (十四) GB/T 50865-2013 光伏发电接入配电网设计规范。
- (十五) GB/T 19939-2005 光伏系统并网技术要求。
- (十六) GB/T 20046-2006 光伏系统电网接口特性。
- (十七) IEC 61727 ed2.0 Photovoltaic (PV) systems - Characteristics of the utility interface (光伏(PV)系统电网接口的特性。)
- (十八) IEC 61427-1 ed1.0 Secondary cells and batteries for renewable energy storage - General requirements and methods of test - Part 1: Photovoltaic off-grid application 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。
- (十九) GB/T 20321.1-2006 离网型风能、太阳能发电系统用逆变器 第1部分：技术条件。
- (二十) GBT 33766-2017 独立太阳能光伏电源系统技术要求。
- (二十一) DL/T 637-2019 电力用固定型阀控式铅酸蓄电池。
- (二十二) GBT 51341-2018 微电网工程设计标准。
- (二十三) GB/T34129-2017 微电网配电网测试规范。
- (二十四) GBT 34930-2017 微电网接入配电网运行控制规范。
- (二十五) GBT 51250-2017 微电网接入配电网系统调试与验收规范。
- (二十六) GBT 36274-2018 微电网能量管理系统技术规范。
- (二十七) NB/T 32010-2013 光伏电站逆变器防孤岛效应检测技术规程。
- (二十八) DL/T 448-2016 电能计量装置技术管理规程。
- (二十九) DL/T5137-2001 电测量及电能计量装置设计技术规程。
- (三十) DL/T 614-2007 多功能电能表。
- (三十一) DL/T 645-2007 多功能电能表通信协议。
- (三十二) 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。
- (三十三) GB 50217-2018 电力工程电缆设计标准。

(三十四) GB/T 50062-2008 电力装置的继电器保护和自动装置设计规范。

(三十五) GB/T 32900-2016 光伏电站继电保护技术规范。

(三十六) GB/T 14598.1-2002 电气继电器 第 23 部分: 触点性能。

(三十七) SJ/T 10533-1994 电子设备制造防静电技术要求。

十、技术平台

(一) 技术平台概述

本次赛项使用竞赛平台为智慧新能源实训系统, 由浙江瑞亚能源科技有限公司提供。

智慧新能源实训系统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人才的技能考核, 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。

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.瑞亚智慧新能源仿真规划软件

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3 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	光伏电子中心管控平台	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控制。
		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。
		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、断路保护系统等组件组成。 集控模块是整个光伏工程控制的核心，通过连接工程环境模拟平台、光伏并网工程实训模块、负载模块及光伏离网电子实训模块，实现其控制功能和能源管理功能。
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。

十一、成绩评定

（一）评分标准

根据考核内容，制定评分细则如表 4 所示：

表 4 评分标准

序号	评分模块	评分指标	配分比例	评分方式
1	区域能源分析与规划	光伏组件的倾角、容量设置，光伏、风力、生物质、地热能及储能电站的选址、区域能源供电情况、储能波动率、土地占用数量等方面综合评价。	20%	结果 客观评分
2	光伏电子工程的系统设计	符合项目需求的光伏电站发电方式、发电量、光伏组件的组串设计、经济效益等方面综合评价。	6%	结果 客观评分
3	光伏电子设备的开发	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； 2. 光伏电子设备的检测。	15%	结果 客观评分
4	微电网系统功能的开发与调试	1. 系统本地监控功能的实现效果； 2. 系统远程管理系统功能的实现效果； 3. 光伏系统整机运行效果。	32%	结果 客观评分
5	工程部署与安装	1. 器件与线路设计的正确性评判； 2. 安装部署的工艺评判。	16%	结果 主观评分
6	工程竣工验收	工程验收项目的完整性，指定项目的测量方法、测量点及测量值正确性。	6%	结果 客观评分
7	职业规范与安全生产	从选手在工作过程中体现的职业规范、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。	5%	结果 主观评分

（二）并列分数处理办法

成绩出现并列情况，并列的选手按照下列优先级别进行记分排序：

1. 如遇总分最高分并列时，按比赛过程中由裁判员记录的《选手违规记录表》情况进行区分性减分并重新排序；如分数仍然相同则由“微电网

系统功能的开发与调试”评分表模块成绩高低进行排序；如果成绩还是相同，依次由区域能源分析与规划、工程部署与安装、光伏电子设备的开发、光伏电子工程的系统设计、光伏电子工程的系统运行与检测、职业规范与安全生产的评分模块成绩同理决定排名。

2. 按照全部模块完成总时间进行排序，用时短的选手排序在前。

3. 积分仍然相同的情况下，裁判长带领裁判小组讨论表决。

（三）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、监督仲裁组，受赛项执委会领导。

（2）裁判组实行“裁判长负责制”，设裁判长1名；加密裁判2名；现场裁判6名；评分裁判25名；共计34人。裁判人员具体需求如下表5所示。

表5 裁判人员具体需求

序号	专业技术方向	知识能力要求	执裁、教学、工作经历	专业技术职称 (职业资格等级)	人数
1	应用电子、光伏工程、新能源、计算机软件、网络、通信、自动化	熟悉光伏工程项目、智能电网的体系结构、项目实施、设备安装。	具有国赛、省赛以及行业竞赛的执裁经验	具有副高及以上专业技术职称	12
2	应用电子、光伏工程、新能源、计算机软件、网络、通信、自动化	熟悉智能微电网分布式电源及储能、控制及运行技术。	具有国赛、省赛以及行业竞赛的执裁经验	具有副高及以上专业技术职称	8
3	应用电子、光伏	熟悉新能源电子产品开发；熟	具有国赛、省	具有副高及	14

	工程、新能源、 计算机软件、网 络、通信、自动 化	悉单片机、C 语言、嵌入式发 开技术；了解新能源能效检测 与评估知识	赛以及行业 竞赛的执裁 经验	以上专业技 术职称	
裁 判 总 人 数	34				

(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；加密裁判负责组织参赛队伍（选手）抽签，对参赛队信息、抽签代码等进行加密、解密工作；现场裁判按规定做好赛场记录，维护赛场纪律，评定参赛队的现场评判任务得分；评分裁判负责对参赛队伍（选手）的比赛作品按赛项评分标准进行评定。

(4) 监督仲裁组对裁判组的工作进行全程监督，并对竞赛成绩抽检复核，并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

(1) 成绩评定是根据大赛考核目标、内容对参赛队在比赛过程中的表现和最终成果做出评价。

(2) 竞赛采用结果评分与过程评分相结合的方式，主观性结果评分占总分 21%，分为 2 个模块：①针对职业规范与安全生产评分模块，由现场裁判完成；②职业规范与安全生产以外的主观评分，由 A 组共 5 名评分裁判完成。客观性结果评分是根据任务书的任务内容和参赛队的完成结果现场评判，分为 5 个评分模块，由评分裁判分组完成，占总分 79%。

(3) 评分方法。选手在竞赛过程中，按照任务要求保存或提交资料，比赛结束离开竞赛现场（不需要返场演示），由评分裁判通过检查选手的交付资料或工位设备完成情况评分。

(4) 成绩评定后,由加密裁判按二次加密号解密成绩,签字封存,由裁判长和监督仲裁组组长共同签字后,由专人送保密室封存。

(5) 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。

3.成绩公布方法

赛项成绩在赛项结束后由大赛组委会负责公布最终成绩。任何组织和个人,不得擅自对大赛成绩进行涂改、伪造或用于欺诈等违法犯罪活动、如需使用大赛成绩,应报赛区执委会审批。

为保障成绩评判的准确性,监督仲裁组将对赛项总成绩排名前 30%的所有参赛队伍(选手)的成绩进行复核;对其余成绩进行抽检复核,抽检覆盖率不得低于 15%。如发现成绩错误,以书面方式及时告知裁判长,由裁判长更正成绩并签字确认。复核、抽检错误率超过 5%的,裁判组将对所有成绩进行复核。

竞赛成绩经复核无误后,由赛项裁判长、监督仲裁组组长审核签字后确定。

十二、奖项设定

以赛项实际参赛队总数为基数,一、二、三等奖获奖比例分别为 10%、20%、30%(小数点后四舍五入)。

面向大赛参与对象,包括专家、裁判员、监督仲裁员、工作人员、合作企业、承办院校及获奖参赛队指导老师等颁发写实性证书。

十三、赛场预案

(一) 疫情防控的应急预案

1.对每位参赛队员、指导老师、专家、赛项相关工作人员进行排查,了解 14 天内有无高风险地区旅居史,近期有无发烧,咳嗽等呼吸道症状。

2.赛场入口配备无接触式体温计、免洗手液;赛场卫生间或洗手间放置洗手液、消毒水;赛场配备一次性医用口罩。

3.建立隔离点，对进入赛场的所有人员或聚集处做好体温记录，如超过 37.3 ℃，要立即隔离或安排就近的指定医院就医。

4.赛场等公共区域在赛前进行酒精消毒，做好赛场通风等措施。

5.疫情科普，做好防护建议宣传以及赛项本地新冠接受医院的信息并建立疫情紧急事件处理小组。

（二）竞赛现场比赛用计算机在竞赛过程中出现故障应急预案

1.若因竞赛选手个人主观原因误操作引起的比赛用计算机故障，经裁判长、技术人员及仲裁现场判定后，予以更换备用计算机，做好相应现场情况记录（选手签字确认）。在比赛时间结束后，不予以时间延迟补偿。

2.若竞赛计算机自身软硬件故障或者外部因素导致竞赛用计算机无法正常工作，经裁判长、技术人员及仲裁现场判定后，予以更换备用计算机，做好相应现场情况记录（选手签字确认）。紧急情况处理过程（设备出现故障开始到处理完毕）造成的时间损失，在比赛时间结束后，酌情对该参赛队进行适量时间延迟补偿。

（三）竞赛现场网络在竞赛过程中出现故障应急预案

1.比赛现场采用双机热备份服务器，服务器采用 UPS 供电。确保其中一台服务器出现故障时，比赛可以继续进行。其中一台服务器出现故障后，技术保障人员立即排除故障，排除故障后继续投入比赛。

2.比赛现场网线采用双路备份方式铺设，出现故障时立即启用备用线路。

3.比赛现场网络出现故障，经裁判长、技术人员及比赛仲裁判定后：（1）若由于比赛设备原因，紧急情况处理过程（设备出现故障开始到处理完毕）造成的时间损失，在比赛时间结束后，酌情对该参赛队进行适量时间延迟补偿，做好相应现场情况记录（选手签字确认）。（2）若因竞赛选手个人主观原因误操作引起的网络故障，在比赛时间结束后，不予以时间延迟补偿，做好相应现场情况记录（选手签字确认）；若因竞赛选手恶意行为造成的网络故障，在比赛时间结束后，不予以时间延迟补偿，根据竞赛规程，酌情

扣分，做好相应现场情况记录（选手签字确认）；对于受到影响的其他赛位，紧急情况处理过程（出现故障开始到处理完毕）造成的时间损失，在比赛时间结束后，酌情对受到影响的参赛队进行适量时间延迟补偿，做好相应现场情况记录（选手签字确认）。

（四）竞赛过程中出现断电应急预案

1.比赛现场交流供电使用双路供电，确保其中一路出现问题时，可以启用备用线路供电。组织技术人员排除故障，确保双路供电恢复正常。

2.比赛现场的服务器及各工位使用 UPS 电源供电。

3.各赛位均设置独立的漏电保护器，因选手个人不当操作引起交流供电故障仅影响本赛位供电，避免影响其他赛位。

4.竞赛过程中出现断电后，经裁判长、技术人员及比赛仲裁判定后：（1）若由于供电线路故障原因导致，对于受到影响的赛位，紧急情况处理过程（设备出现故障开始到处理完毕）造成的时间损失，在比赛时间结束后，酌情对该参赛队进行适量时间延迟补偿，做好相应现场情况记录（选手签字确认）；（2）若由于选手个人误操作导致，在比赛时间结束后，不予以时间延迟补偿，根据竞赛规程，酌情扣分，做好相应现场情况记录（选手签字确认）。对于受到影响的其他赛位，紧急情况处理过程（设备出现故障开始到处理完毕）造成的时间损失，在比赛时间结束后，酌情对受到影响的参赛队进行适量时间延迟补偿，做好相应现场情况记录（选手签字确认）。

十四、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）防疫安全

由执委会按照国家及当地疫情防控的相关规定，制定防疫工作相关措施。对赛前集中技术工作对接，比赛报到、住宿、交通，以及赛场人流控制、核酸检测、体温检测等各方面提出明确要求和具体措施安排。各参赛

队及各类相关人员须遵照执行。

（二）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，若由选手原因导致跳闸断电的不予补时。

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.执委会将须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，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。

7.承办单位应确保比赛现场有设置两条及以上能直通户外地面的安全通道，并保持比赛期间畅通。

（三）生活条件

1.比赛期间，由执委会统一安排参赛选手和指导教师食宿。承办单位须尊重少数民族的信仰及文化，根据国家相关的民族政策，安排好少数民族选手和教师的饮食起居。

2.大赛期间的住宿、卫生、饮食安全等由赛项执委会和提供住宿场所的学校及酒店负责。

3.大赛期间有组织的参观和观摩活动的交通安全由执委会负责。执委

会和承办单位须保证比赛期间选手、指导教师和裁判员及工作人员的交通安全。

4.各赛项的安全管理，除了可以采取必要的安全隔离措施外，应严格遵守国家相关法律法规，保护个人隐私和人身自由。

（四）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。

（五）应急处理

比赛期间发生意外事故，发现者应第一时间报告赛项执委会，同时采取措施避免事态扩大。赛项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。

（六）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。

4.不具备安全与防疫条件的单位，不能被遴选为承办单位，已被遴选的，应取消其资格。

十五、竞赛须知

（一）参赛队须知

1.参赛队名称统一使用规定的地区代表队名称，不使用学校或其他组

织、团体名称。

2.参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。

3.参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。

4.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。

5.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。

6.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。

7.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. 竞赛时间以现场各工位能观看到的时钟为准。赛场统一提供饮水和食品，选手休息、饮食等时间都算在竞赛时间内。

6. 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 分。

7. 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。

8. 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 分，情况严重者取消比赛资格。

9. 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 分，情节严重者取消大赛资格。

10. 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。

十六、申诉与仲裁

（一）各参赛队对不符合大赛和赛项规程规定的仪器、设备、工装、材料、物件、计算机软硬件、竞赛使用工具、用品，竞赛执裁、赛场管理以及工作人员的不规范行为等，可向赛项监督仲裁组提出申诉。申诉人为参赛队领队。选手指导老师及其他人员不得代表领队申请。参赛队领队申诉时间为比赛结束后（选手赛场比赛内容全部完成）2小时之内向监督仲裁组提出书面申诉。

（二）申请须提供书面申诉，材料应对申诉事件的现象、发生时间、涉及人员、申诉依据等进行充分、实事求是的叙述，并由领队亲笔签名。非书面申诉不予受理。

（三）赛项仲裁工作组在接到申诉报告后的2小时内组织复议，并及时将复议结果以书面形式告知申诉方。申诉方对复议结果仍有异议，可由省（市）领队向赛区仲裁委员会提出申诉。赛区仲裁委员会的仲裁结果为最终结果。

（四）仲裁结果由申诉人签收，不能代收，如在约定时间和地点申诉人离开，视为自行放弃申诉。

（五）申诉方可随时提出放弃申诉。

（六）申诉方不得以任何理由采取过激行为扰乱赛场秩序。

十七、竞赛观摩

（一）赛项允许进行公开观摩，赛项执委会和承办校根据场地情况预先设计观摩路线，若因承办校场地限制，可以采取其他形式公开赛场内情况。

（二）在大赛场地外，安排大赛设备实物，供观摩人员参观。

（三）为了不影响选手比赛，观摩人员必须遵守场内工作人员的统一安排，按照指定路线进行观摩，在没有得到允许的情况下，不得进入场内。

（四）观摩人员在观摩期间，不得使用任何摄录设备（含手机）摄录场内信息，以免泄露参赛队信息。

（五）观摩人员在观摩期间不得大声说话，以免影响选手比赛。

（六）在观摩期间，若观摩人员违反相关规定，不听工作人员劝阻的，工作人员有权将观摩人员驱逐出场。

十八、竞赛直播

（一）在赛项执委会的领导下，成立专门工作小组。

（二）赛场内部署无盲点录像设备，利用现代网络传媒技术对全部比赛过程录制和播送。

（三）赛场外有大屏幕或投影，同步显示赛场内竞赛状况。

（四）多机位拍摄闭赛式，制作优秀选手采访、优秀指导教师采访、裁判专家点评和企业人士采访视频资料，突出赛项的技能重点与优势特色。为宣传、仲裁、资源转化提供全面的信息资料。

十九、资源转化

为进一步发挥技能大赛在提升人才培养质量、检验教学成果、引领教育教学改革等方面的重要作用，依托竞赛集聚融合教育和产业体系人才、智力、技术等资源要素，支撑建设高质量职业教育体系，同时为更多青年提供凭一技之长实现人生价值的舞台，推动人人皆可成才、人人尽展其才的技能型社会建设，引导全社会了解、支持和参与职业教育，“光伏电子工程的设计与实施”赛项将从以下几个方面开展资源转化：

（一）组织专业教学资源库：将竞赛过程中的实训教程、赛项题库、工程案例等转化为可用于实际教学的资源库基础素材；将竞赛内容与 1+X “光伏电站运维”职业技能等级证书有机融合，创新人才培养的考核评价标准；开发信息化教学平台扩大优质资源共享范围，拓展“线上-线下”混合培养等多样化培养模式，适应战略性新兴产业、新型基础设施建设等需求培养创新应用型人才。

（二）推动“三教改革”：赛项从市场需求出发形成辐射多专业领域的品牌专业群建设合力，将通过赛项资源开发与转化带动教学内容的有序组合，最大程度发挥资源利用的有效性。通过师资培训、专业研讨以及资源转化会议等方式推广大赛成果，以切实转变新专业的教学理念、促进人才培养模式创新为抓手，打造高水平、结构化教师团队，共同探索精准施策的专业课程改造路径。

（三）深化产教融合：加强智能光伏产业需求与人才供给对接，充分发挥行业企业对于人才需求的预测能力、用人单位对人才技能变化的感知能力、培训评价组织对于职业技能等级标准的优化能力，依托大赛搭建校企合作平台，助力院校开展新兴产业专业布局与专业建设，提升职业教育服务产业发展能力。

（四）扩大社会影响：挖掘“光伏电子工程的设计与实施”赛项优秀选手的故事，制作大赛宣传片与风采展示片，广泛利用融媒体平台进行宣传与展播，丰富信息触达渠道，强化现代职业教育传播力与影响力构建，弘扬劳动光荣、技能宝贵、创造伟大的时代风尚。

二十、其他

无

附件 1：光伏电子工程的设计与实施赛项任务书（样题）

2022 年全国职业院校技能大赛

“光伏电子工程的设计与实施”赛项

（高职组）

第一场任务书

第一部分 竞赛须知

一、竞赛纪律要求

- （一）正确使用设备与工具，严格遵守操作安全规范。
- （二）竞赛过程中遇到任何问题，必须向现场裁判举手示意，不得扰乱赛场秩序。
- （三）遵守赛场纪律，尊重监考或裁判人员，服从安排。

二、职业素养与安全意识

- （一）完成竞赛任务，根据操作规范完成所有竞赛任务，注意用电安全。
- （二）保持竞赛工位、工作台表面整洁，工具摆放、零碎导线等处理符合职业岗位规范要求。
- （三）遵守赛场纪律，尊重赛场工作人员，爱护赛场设备及器材。

三、竞赛过程中的扣分项

- （一）在竞赛过程中，因参赛选手个人操作不当导致设备破坏性损坏或造成事故，扣 5 分，损坏两次及以上者将被取消竞赛资格。
- （二）禁止带电操作（用万用表检测电路或进行相关数值测量除外），违反一次扣 5 分。
- （三）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，扣 5 分，情节严重者将被取消竞赛资格。

四、选手须知

- （一）竞赛分两天完成，第一天竞赛任务为光伏电子工程的设计与开发，第二天的竞赛任务为光伏电子工程的实施与调试。
- （二）本任务书仅为光伏电子工程的设计与开发的内容。任务书如出现缺页、字迹不清等问题，请及时向现场裁判举手示意，申请更换。
- （三）在比赛开始 30 分钟内，完成竞赛平台硬件、软件及竞赛材料的检查确认是否齐全，并填写现场下发的竞赛设备确认表；比赛开始 30 分钟后收取竞赛设备确认表。
- （四）竞赛任务中所使用的各类软件工具都已安装至工作站，各类说明文件等都已拷贝至工作站的“桌面\竞赛资料”路径目录，请各参赛队根据竞赛任务合理调配使用。
- （五）参赛团队应在规定时间内完成任务书要求的竞赛任务，任务实现过程中形成的文件资料必须存储到任务书要求的指定位置，并及时保存竞赛成果，未存储到指定位置造成裁判组无法检查结果及评判的相应竞赛任务以 0 分计入总成绩。
- （六）相关答题内容，须按要求填入答题纸指定位置的请根据要求完成，若选手未按照要求完

成，该部分成绩以 0 分计入总成绩。

（七）比赛过程中，选手判定设备或器件有故障可举手向裁判示意提出更换；如果设备或器件经检测有故障，则当场更换设备，此过程中（从选手举手示意开始到更换完成）造成的时间损失，经裁判长与现场裁判讨论在比赛时间结束后，对该小组进行相应的时间延迟补偿。如设备或器件经检测完好，属选手误判时，设备或器件的认定时间计入比赛时间。

（八）在裁判长宣布竞赛结束后，选手根据裁判长的命令立即停止任何与比赛相关的操作，否则视为作弊，总成绩以 0 分计算。

（九）比赛结束后，整理好当天的任务书并确认无缺页，与保存选手竞赛结果的 U 盘一起放入密封袋，由选手签工位号、按手印密封保存。

（十）参赛选手提交的资料不得写上姓名或与身份有关的信息，否则成绩无效。

（十一）比赛结束后，现场下发的所有器材及纸质资料不得带离赛场，否则视为作弊。

（十二）比赛结束后，务必按要求完成离场确认单及其它竞赛要求的确认单填写。

（十三）比赛结束后，工作站严禁关机，不得拆除硬件的连接，严禁对设备设置密码，务必保存设备配置。

第二部分 工程项目背景与任务概述

一、工程项目背景

某区域要建设光伏电站，当地光照条件优良，具有丰富的光照资源，项目要求合理设计光伏组件串并联，根据施工图纸完成光伏汇流箱内部器件安装接线以及箱体安装、光伏离网发电系统的系统搭建、光伏并网系统的搭建，实现光伏发电，并能够对光伏发电系统进行环境数据采集、电站运行监控及能量管理。

二、任务概述及作品呈现要求

第一天竞赛任务：光伏电子工程的设计与开发；要求对区域能源进行分析及规划，对具体的光伏工程进行系统设计，并完成相关电子设备及微电网功能的开发。任务概述及作品呈现要求表 2.2.1 所述。

表 2.2.1 任务概述及作品呈现要求

序号	竞赛任务	任务概述		作品呈现要求
1	任务一、 光伏电子工程的设计与 开发	(一) 能源分析与 系统设计	考核选手对区域能源工程项目整体的项目需求分析、能源系统分析、产能分析、耗能分析、项目可行性分析、能源供电选址、系统设计等知识的掌握。	1. 仿真规划软件中保存建立的方案信息。 2. 并生成可研报告。
2		(二) 光伏电子设备开发	考核选手对光伏电子设备的开发能力：要求选手基于光伏电子设备进行智能控制、数据采集、显示等功能开发。	1. 光伏电子设备功能展示。 2. 光伏电子设备检测报告。
3		(三) 微电网系统 监控功能的 开发	考核选手对光伏电子工程的本地控制及远程监控功能的开发能力：要求选手基于可编程控制器及组态软件进行数据采集与显示、系统监测控制、报表管理等功能的开发。	1. 满足微网站端本地监测功能的程序； 2. 满足微电网远程能量管控功能的程序。

第三部分 竞赛任务

任务一、光伏电子工程的设计与开发（41 分）

（一）能源分析与系统设计（26 分）

1. 区域能源分析与排布（20 分）

拟在该岛屿建设由光伏发电、风力发电、浅层地热，生物质发电、蓄能为一体的光伏发电系统系统。通过光伏发电、风力发电的工程技术参数，分析能源单位面积装机功率；通过耗能需求分析，合理设计能源种类和容量；调试系统使其在供电不足天数、太阳能偏差、太阳能电站选址、太阳倾角偏差、风能偏差、风能电站选址、储能容量及波动、弃电天数、生物质偏差、地热利用率、占地格数等相关参数上综合设计方案最优。

根据某岛屿的发展规划，每天实际用能负荷用电变化幅度为 10%。其中提供空调制冷、制热的耗电量为 25%（制冷制热能耗全部由浅层地热提供）。该岛屿年可提供生物质 43120 吨，每方格占地面积 12615 平方米。

（1）光伏发电产能分析

单位面积光伏电站功率分析：光伏电站电池组件面的面积约占站区面积的 33%左右，组件转换效率为 20%，工程项目光伏发电系统整机转换率取 78%；根据参数要求，计算光伏容量。

光伏组件最佳倾角分析：根据提供的气候数据列表，设置光伏组件最佳倾角。

（2）风力发电产能分析

单位面积风机容量选型：工程项目中，风力发电机组按照矩阵布置，技术参数见表 3.1.1，同行风力发电机组之间距不小于 3D（D 为风轮直径），行与行之间距离不小于 5D，则在能源互联网仿真规划软件中，单位面积最适合安装表 3.1.1 中哪种风力发电机型，并把额定功率值填入“风力容量”中。

表 3.1.1 技术参数

型号 指标	NEFD-5 KW	NEFD-10 KW	FD10-20 KW	FD5-50 KW	FD10-100 KW	FD20-200 KW
额定功率	5KW	10KW	20KW	50KW	100KW	200KW
启动风速	3	3	3	3	3	3

(m/s)						
额定风速 (m/s)	10	10	12	12	13	13
安全风速 (m/s)	40	40	40	50	50	50
风轮直径 (m)	6	7.8	10	12.9	15.6	29

单位面积风力发电系统输出功率：所选单位面积风力发电系统输出功率，与等效倍率的1KW 风机功率与风速模型关系如下述表达式：

- ① 当 $0 < X < 3$ 时， $P(v) = 0$ ；
- ② 当 $3 < X < 8$ 时， $P(v) = (404.24 - 286.77X + 60.51X^2 - 2.31X^3)$ ；
- ③ 当 $8 < X < 12$ 时， $P(v) = (13.36 - 450.87X + 115.45X^2 - 5.85X^3)$ ；
- ④ 当 $12 < X < 14$ 时， $P(v) = (33.64 + 711.44X - 85.71X^2 + 2.83X^3)$ ；

工程项目风力发电系统整机转换率取 75%。

（3）浅层地热产能分析

浅层地热的产能，仅用于供冷制热耗能，不直接产生常规电力。本项目中浅层地热系统采用水平单沟双地热能电站，每天单位面积地热产生的能量为 10900kwh。根据区域能源需求说明，结合浅层地热系统的产能参数，在设计方案中进行浅层地热选址和容量规划。

（4）生物质产能分析

本项目单位面积生物质电站每天消耗生物质约为 11.813 吨；生物质电站每天单位面积产生的能量为 14246.5kwh。根据区域能源需求说明，结合生物质系统的产能参数，在设计方案中进行浅层地热选址和容量规划。

（5）区域能源综合规划与优化

储能可采用多种储能方式（如飞轮储能，蓄水储能，电池储能等）相结合，用户设计储能时只需根据项目设置储能的容量大小即可，无需考虑效率转换问题和存储方式。

储能系统容量设置合适，满足负荷变化要求，储能总容量小于 10 倍的平均每天耗电量；储能设置后，初始值为 50%的能量存储。

区域能源规划时，光伏发电容量与风力容量（功率）比例范围为 0.2~5 范围之内；

在规划平台中土地类型有工业用地、公共事业用地、荒地、农业用地、商业用地、住宅用地、其他等。根据区域土地使用要求，各能源站址选择如 3.1.2 所示。

表 3.1.2 能源站址选择

序号	土地类型	用途
1	工业用地	生物质、地热、储能站
2	公共事业用地	事业用地
3	荒地	光伏发电、风能发电、生物质、地热、储能站
4	农业用地	光伏电站、风能发电
5	商业用地	商业用地
6	住宅用地	住宅用地
7	其他	光伏发电、风能发电、生物质、地热、储能站

2. 光伏电子工程的系统设计（6 分）

（1）项目概况

光伏发电系统光伏发电系统拟采用定制光伏组件 4 块，光伏系统转换效率为 78%，组件首年衰减率 1.9%，组件参数详见表 3.1.3；项目地址拟建在郑州，郑州辐照量参数详见表 3.1.4；根据以下参数，计算出该光伏系统每月月发电量、首年年发电量，并将计算出的发电量以报表的形式在远程监控系统中的趋势曲线界面中显示。

表 3.1.3 光伏组件参数

光伏组件参数		
组件功率	20	Wp
最大系统电压	1000	V
开路电压	22.32	V
短路电流	1.2	A
工作电压	18	V
工作电流	1.1	A
功率公差	±3	%

组件尺寸	440*350*20	mm
------	------------	----

表 3.1.4 郑州辐照度参数

月份	辐照量(kWh/m²)
一月	67
二月	83
三月	106
四月	135
五月	157
六月	155
七月	152
八月	140
九月	115
十月	95
十一月	70
十二月	61
年总辐照量	1335

（2）离网光伏系统设计要求

离网光伏系统，主要由太阳能电池、光伏控制器、蓄电池、离网逆变器等部件组成，参考表 3.1.3 以及光伏控制器相关手册，完成离网光伏发电系统光伏组件串并联设计，并在可研报告中，完成相应要求内容。

（3）并网光伏系统设计要求

并网光伏发电系统，主要由太阳能电池、并网逆变器、隔离变压器组成，其并网方式分为全额并网和自发自用余电上网两种形式，完成并网光伏发电系统设计，并在可研报告中完成相应要求内容。

（二）光伏电子设备的开发（15 分）

此阶段，选手作为光伏电子设备开发工程师，根据项目要求进行设备的功能开发与单机调试。具体功能要求如下：

1. 智能离网微逆变系统显示界面设计

触摸屏功能要求如下：

制作四个界面，一个主界面和三个子界面。要求在主界面中制作三个按钮控件用于切换到三个子界面；三个子界面分别命名为“设置”、“数据监控”及“逆变控制”，并在每个子界面中制作一个按钮控件置于左下角，控件命名“返回”，此按键功能为返回到主界面。

（1）“设置”界面功能

在“设置”界面制作三个控件，为“声音”、“亮度”、“体验触屏”，图形自定义。

（2）“数据监控”界面设计

“数据监控”界面中制作若干控件，图形自定义，要求显示逆变器输出电压、电流及功率值，电压值要求取整、电流及功率值要求保留 3 位小数。如表 3.2.1 所示：

表 3.2.1 “数据监控”界面显示内容示例

文本	数值
输出电压：	220
输出电流：	1.000
输出功率：	220.000

注：上表中的显示内容为示例格式说明，实际显示以任务书要求为准。

（3）“逆变控制”界面设计

①在“逆变控制”界面制作一个文本控件，命名为“输出电压”，文本控件后面制作一个输入框，要求输入范围在 100~230V；

②在“逆变控制”界面制作一个按钮控件，命名为“确定”，图形自定义。

2. 监控功能开发与调试

（1）触摸屏设置

在“设置”界面要求“声音”控件按下时触摸屏声音关闭，再次按下时声音打开；“亮度”控件按下时弹出亮度调节滑动条，通过滑动滑动条能够改变触摸屏亮度；“体验触屏”控件按下时打开体验触屏功能。

（2）数据采集与显示

采集智能离网微逆变系统的输出电压、电流及功率值，并将采集值发送到触摸屏的“数据监控”界面显示。

（3）输出电压控制

要求在“逆变控制”界面中制作的输入框中输入100~230之间的数值，并且按下“确定”按钮，此时智能离网微逆变系统的输出电压调整为输入框输入的电压值。当输入电压值超过最大值时，提示“越界，最大值230”，当输入电压低于最小值时，提示“越界，最小值100”。

（4）光伏电子设备调试

基于现场提供的智能离网微逆变系统及配套的配件工具，对以上所描述功能进行单机调试。

注意：电脑和电路板用 USB 转 TTL 的下载器进行连接，为了避免两个电源同时上电产生的冲突，必须严格遵守以下上电顺序：下载器程序时，首先断开 24V 电源，程序下载成功后，再断开下载器，接上 24V 电源，最后再接上下载器。

当天竞赛结束前，选手须将最终的单片机、触摸屏的所有工程文件及开发文件保存在 U 盘中，文件夹命名为“光伏电子设备屏程序+工位号”。此份文件将移交给后续工作流程中的工程调试人员。

3. 硬件测试要求

选手在调试过程中，按照《光伏电子测量记录表》的要求，对光伏电子设备进行测量及结果记录。

（三）微电网管控系统功能的开发

1. 微电网站端监控功能的开发

微电网站端监控采用可编程控制器为控制核心，通过触摸屏进行本地操作控制及数据监测。此阶段选手作为电气工程师，根据项目需求完成微电网站端监控功能的开发及程序编写。并在竞赛结束前将所有工程文件及开发文件保存至U盘，文件命名为“微电网站端监控功能程序+工位号”。此份文件将移交给后续工作流程中的工程调试人员。

（1）人机交互功能开发

触摸屏有3个界面，“首页”、“PLC按键”、“离网管控”，上电后处于“首页”，在登录之后才可进入“PLC按键”、“离网管控”界面。除首页外每个界面设有返回按键，按下后能够返回到“首页”界面。

“首页”界面：在本地控制触摸屏上采取操作等级登录制度，操作工账号登录后仅可进入“PLC按键”界面。要求操作工账号为：user，密码为：12345678；管理员账号登录后可进入“PLC按键”、“离网管控”任意界面；要求管理员账号为：admin，密码为：abcd1234。

“PLC按键”界面：含急停按钮、本地/远程切换开关、K1~K10相关控件，分别对应表3.2.2的本地控制功能。

① 急停按钮采用图3.3.1图标。按下按钮，执行急停功能且按钮显示为红色；再次按下按钮，急停功能取消且按钮显示为黑色；默认状态为急停按键为未执行状态。



图3.3.1 触摸屏控件“急停”按钮示意图

② 本地/远程切换开关采用图3.3.2图标。按下按钮，执行本地控制功能且按钮显示为左图；再次按下按钮，执行远程控制功能且按钮显示为右图；默认初始状态为本地控制功能状态。



图3.3.2 触摸屏控件“本地/远程”切换开关示意图

③ K1~K10采用图3.3.3图标。按下时显示左图，松开后显示为右图；控件需标注对应编号。



图3.3.3 触摸屏K1~K10按钮图标示意图

“离网管控”界面：

显示智能离网微逆变系统的输出电压、输出电流、输出功率及通讯状态。

显示光伏阵列当前所处的环境状态（白天或黑夜）；使用图3.3.4中①号图标表示白天，②号图标表示黑夜（模拟光源处于开启状态为白天，全部关闭状态为黑夜）。

显示蓄电池充放电状态；使用图3.3.4中③号图标表示充电中，④号图标表示未充电。

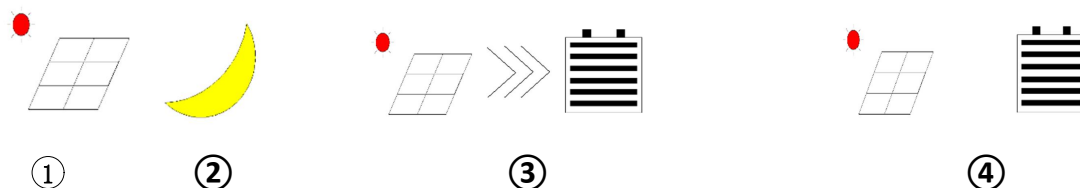


图3.3.4触摸屏“离网管控”界面示意图

本地控制触摸屏开发效果请查看“桌面/竞赛资料”文件夹中《2021年“光伏电子工程的设计与实施”任务书图示》。

(2) 微电网站端控制功能开发

请进行可编程控制器程序的开发，实现微电网站端的控制功能：

表 3.3.1 站端控制功能要求

按钮	功能说明
急停	(1) 按下急停按钮，断开 PLC 所有输出； (2) 再次按下按钮，系统无法恢复到急停前的状态。 （后续按钮操作，按照上述顺序实现相关功能）
本地/远程 切换开关	该按钮作用为本地控制和远程控制切换，功能要求如下： (1) 按钮为本地控制图标时，触摸屏 K1~K10 按钮有效，远程控制无效； (2) 按钮为远程控制图标时，触摸屏 K1~K10 按钮无效，远程控制有效。 （后续按钮操作，按照上述顺序实现相关功能，急停按钮不在此旋钮锁定范围内）
K1	(1) 按钮按下：启动智能离网微逆变系统自检； 自检要求：智能离网微逆变系统正常启动且有 $220V \pm 10$ 交流电输出，直流绿灯常亮；若未正常启动，则进行交流灯 1 闪烁，闪烁频率为 1Hz； (2) 按钮再次按下：关闭智能离网微逆变系统自检。 （后续按钮操作，按照上述顺序实现相关功能）
K2	(1) 按钮按下：启动并网发电系统自检； 自检要求：光伏侧电压满足并网逆变器最小启动电压时，自动开启全额并网发电； (2) 按钮按下：关闭并网发电系统自检。 （后续按钮操作，按照上述顺序实现相关功能。）
K3	(1) 按钮按下，PCC 公共连接点能源输出控制开关通断交替检测，检测频率为 1Hz，检测时长 5S，5S 后自动停止检测； (2) 在检测过程中再次按下按钮，立即停止检测。 （后续按钮操作，按照上述顺序实现相关功能）
K4	(1) 第一次按钮按下：打开智能离网微逆变系统信号源控制开关； (2) 第二次按钮按下：关闭智能离网微逆变系统信号源控制开关。 （后续按钮操作，按照上述顺序实现相关功能）

K5	(1) 第一次按钮按下：组件进行偏转，角度为自东向西 65 度； (2) 第二次按钮按下：组件进行偏转，角度为自东向西 115 度； (3) 第三次按钮按下：组件进行偏转，角度为自东向西 90 度。 （后续按钮操作，按照上述顺序实现循环） 注：以光伏单轴供电平台所在的水平面为水平基准，光伏组件与水平面平行时为 90 度，朝向正东为 0 度，朝向正西为 180 度。
K6	按钮按下，判断当前光伏侧出力情况，进行离网发电管理： (1) 若光伏侧出力情况满足离网发电系统配置需求，则启动离网发电系统，交流负载运行； (2) 若光伏侧出力情况不满足离网发电系统配置需求，则不启动离网发电系统及任何负载。
K7	按钮按下，判断当前光伏侧出力情况，进行并网发电管理： (1) 若光伏侧出力情况满足并网发电系统配置需求，则启动并网发电系统，交流风扇运行； (2) 若光伏侧处理情况不满足并网发电系统配置需求，则不启动并网发电系统及任何负载。
K8	按钮按下，判断当前光伏侧出力情况，启动市电供电管理： (1) 若光伏侧出力情况不满足离并网光伏发电系统配置需求，则启动市电供电，并启动交流灯； (2) 若光伏侧处理情况满足光伏发电系统配置需求，则执行 K6、K7 相应的发电方式。
K9	在 K6 按钮按下，智能离网微逆变系统正常工作时： 按下 K9，减少当前逆变器输出电压；每按一次 K9，输出电压减少 5V，减少到 190V 以下，自动断开智能离网微逆变系统功率源输入。
K10	在 K9 功能执行，智能离网微逆变系统输出欠压时： 按下 K10，增加当前智能离网微逆变系统输出电压； 每按一次 K10，输出电压增加 5V，增加到 220V 以上，自动投入所有交流负载。

注：1. 上文中“打开XX负载的控制开关”，指仅打开开关，不需要接入能源；“XX负载运行”，则需要接入能源，负载能够运行。

2.按钮的初始状态均未执行任何功能。

3.智能离网微逆变系统电源输入顺序要求：先接入信号源电源，再接入功率源电源；电源关闭顺序要求：先关闭功率源电源，再关闭信号源电源。

2.微电网远程监控功能的开发

此阶段选手作为电气工程师，须通过计算机，在组态软件上进行微电网远程监控功能的开发，实现系统的数据采集、显示与过程控制等功能。并在竞赛结束前将所有开发文件保存至U盘，文件命名为“微电网远程监控功能程序+工位号”。此份文件将移交给后续工作流程中的工程调试人员。具体远程监控功能如下：

（1）登录界面

建立初始系统管理员用户，账号及密码均为“abc”；登录界面要求显示当前登录用户名；账号密码输入正确，点击登录后，显示顶部窗口，可切换到其它界面，使用更改密码功能，将密码“abc”更改为“abc123”点击注销后利用更改后的密码重新登录；利用用户管理功能，增加同等级账号。账号密码均为“admin”利用新建账号第一次点击登录后，打开顶部窗口；第二次点击登录后进入操作界面。

①登录界面需要具用户管理功能要求如下：

②增加/删除用户；

③修改当前用户登录密码；

④注销当前用户；

⑤密码不做消隐处理。

（2）顶部窗口

制作顶部窗口，实现通过顶部窗口切换到操作界面、监视界面、数据报表界面、趋势曲线界面，可以一键退出组态软件；要求切换到除登录界面外的任意界面时，顶部窗口都能在顶部显示。

（3）操作界面

使用图 3.3.5 左起第一个的控件制作急停按键，具有自复位功能，并实现在任何情况按下按键，立即关闭 PLC 所有输出。

使用图 3.3.5 左起第二个的控件制作继电器及接触器按键，实现光伏电站要求独立控制的所有继电器及接触器；为 0，假，关时颜色为灰色；为 1，真，开时颜色为红色。



图 3.3.5 急停、继电器及接触器控件

制作开关控件，实现模拟光源“启动”（自东向西运行至西限位）和“复位”（自西向东运行至东限位）功能，控件图标自定义；

制作开关控件，实现对光伏组件向东西方向运行的控制控件，能手动控制光伏逐日系统运行，控件图标自定义；

制作 4 种发电模式的控制开关并实现相应功能开启，控件图标自定义：“离网发电系统-蓄电池模式”、“离网发电系统-光伏组件模式”、“并网发电系统-自发自用余电上网”、“并网发电系统-全额并网”。

- ① “离网发电系统-蓄电池模式”：仅蓄电池供电，开启所有能开启的负载；
- ② “离网发电系统-光伏组件模式”：开启光源由光伏组件供电，开启所有能开启的负载；
- ③ “并网发电系统-自发自用余电上网”：所有能开启的负载并能够并网；
- ④ “并网发电系统-全额并网”：全额并网。

（4）监视界面

利用图库图元绘制光伏发电系统系统框图及光伏逐日系统，要求动态显示光伏发电系统系统的控制开关动作、能源流向、负载的运行、光伏逐日系统的运行及光源的运行，且与设备运行情况一致。效果请查看“桌面/竞赛资料”文件夹中《2021 年“光伏电子工程的设计与实施”任务书图示》。

要求能够实时显示所有交直流电流电压组合采集的电压、电流及计算的功率。

要求能够显示电站的温度、湿度、光照度数据、光源的运行的方向、光伏组件运行的角度及方向。**注：以光伏单轴供电平台所在的水平面为水平基准，光伏组件与水平面平行时为 90 度，朝向正东为 0 度，朝向正西为 180 度**

（5）数据报表界面

通过报表控件能够对直流负载电压、直流负载电流、直流负载功率、交流负载电压、交流负载电流、交流负载功率及光伏输入电压共 7 个参数进行采集与显示，要求采集时长 1 分钟，数据采集间隔 2S/次，并增加表头使报表布局合理美观。

制作四个按钮控件，分别为：“报表查询”、“报表预览”、“报表打印”、“报表导出”，按钮控件能够对报表进行查询、预览、打印及导出。

报表以 Excel 文件格式导出并保存至“桌面\竞赛答题”文件夹，要求至少保存 10 条以上有效数据；文件命名为“数据报表+工位号”，例如：01 号工位，保存的数据报表为“数据报表 01”。

(6) 趋势曲线界面

采用实时“趋势曲线”实时显示电能表当前总有功电能、显示光伏测发电电压；时间范围为 1 分钟，采样周期为 1s，界面中必须标注相应参数的单位；

要求趋势曲线具有曲线属性设置、曲线放大、曲线缩小、曲线刷新、曲线打印共计 5 项功能。

职业规范与安全生产（5 分）

在两天竞赛的全过程考核参赛选手在职业规范、安全规范、工作计划及团队合作等方面的职业素养表现。

1. 选手在作业过程中必须佩戴安全帽。
2. 工作完成后保持竞赛工位、工作台表面整洁，工具摆放、零碎导线等处理符合职业岗位规范要求。
3. 团队分工明确，协调作业。
4. 选手在作业过程中，爱护及正确使用设备、工具、仪表仪器需符合职业岗位规范要求。
5. 选手在竞赛过程中安全用电规范。
6. 选手在竞赛过程中遵守纪律及规则，对裁判及工作人员的尊重。

2022 年全国职业院校技能大赛
“光伏电子工程的设计与实施”赛项
(高职组)
第二场任务书

第一部分 竞赛须知

一、竞赛纪律要求

- （一）正确使用设备与工具，严格遵守操作安全规范。
- （二）竞赛过程中遇到任何问题，必须向现场裁判举手示意，不得扰乱赛场秩序。
- （三）遵守赛场纪律，尊重监考或裁判人员，服从安排。

二、职业素养与安全意识

- （一）完成竞赛任务，根据操作规范完成所有竞赛任务，注意用电安全。
- （二）保持竞赛工位、工作台表面整洁，工具摆放、零碎导线等处理符合职业岗位规范要求。
- （三）遵守赛场纪律，尊重赛场工作人员，爱护赛场设备及器材。

三、扣分项

- （一）在竞赛过程中，因参赛选手个人操作不当导致设备破坏性损坏或造成事故，扣 5 分，损坏两次及以上者将被取消竞赛资格。
- （二）禁止带电操作（用万用表检测电路或进行相关数值测量除外），违反一次扣 5 分。
- （三）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，扣 5 分，情节严重者将被取消竞赛资格。
- （四）比赛过程中，选手需全程佩戴安全帽。若在生产过程中不佩戴安全帽，扣 5 分。
- （五）设备第一次上电，举手示意裁判请求通电，现场完成上电检测，确认检测无误后，裁判许可后方可通电；通电后若有器件损坏，扣 5 分。
- （六）竞赛结束时，务必保存设备配置，不得拆除硬件的连接，严禁对设备设置密码；须断开实训设备上的所有空气开关。违反者扣 5 分。

四、选手须知

- （一）竞赛分两天完成，第一天竞赛任务为光伏电子工程的设计与开发，第二天的竞赛任务为光伏电子工程的实施与调试。
- （二）本任务书仅为光伏电子工程的实施与调试内容。任务书如出现缺页、字迹不清等问题，请及时向现场裁判举手示意，申请更换；比赛结束后，现场下发的所有纸质材料不得带离赛场，否则视为作弊。
- （三）选手在赛前准备阶段，凭取件码领取本队伍第一天的 U 盘资料及任务书。
- （四）在比赛开始 30 分钟内，完成竞赛平台硬件、软件及竞赛材料的检查确认是否齐全，并

填写现场下发的竞赛设备确认表；比赛开始 30 分钟后收取竞赛设备确认表。

（五）竞赛任务中所使用的各类软件工具都已安装至工作站，各类说明文件等都已拷贝至工作站的“桌面\竞赛资料”路径目录，请各参赛队根据竞赛任务合理调配使用。

（六）参赛队应在规定时间内完成任务书要求的竞赛任务，任务实现过程中形成的文件资料必须存储到任务书要求的指定位置，并及时保存竞赛成果，未存储到指定位置造成裁判组无法检查结果及评判的相应竞赛任务以 0 分计入总成绩。

（七）相关答题内容，须按要求填入答题纸指定位置的请根据要求完成，若选手未按照要求完成，该部分成绩以 0 分计入总成绩。

（八）设备的安装配置请严格按照现场下发的任务书的要求及工艺规范进行操作。

（九）设备第一次上电，参赛队须举手示意裁判请求通电，裁判在工位前监督；学生现场完成上电检测，确认设备检测无误后，经裁判许可，参赛队填写上电检测确认单并签字确认后方可上电；参赛队对上电结果负责。

（十）比赛过程中，选手判定设备或器件有故障可举手向裁判示意提出更换；如果设备或器件经检测有故障，则当场更换设备，此过程中（从选手举手示意开始到更换完成）造成的时间损失，经裁判长与现场裁判讨论在比赛时间结束后，对该小组进行相应的时间延迟补偿。如设备或器件经检测完好，属选手误判时，设备或器件的认定时间计入比赛时间。

（十一）在裁判长宣布竞赛结束后，选手根据裁判长的命令立即停止任何与比赛相关的操作，否则视为作弊，总成绩以 0 分计算。

（十二）竞赛结束时，不得拆除硬件的连接，严禁对设备设置密码，务必保存设备配置，须断开实训设备上的所有空开。

（十三）比赛结束后，现场下发的所有器材及纸质资料不得带离赛场，否则视为作弊。

（十四）比赛结束后，务必按要求完成离场确认单及其它竞赛要求的确认单填写。

（十五）参赛选手提交的资料不得写上姓名或与身份有关的信息，否则成绩无效。

（十六）比赛结束后，工作站严禁关机，不得拆除硬件的连接，严禁对设备设置密码，务必保存设备配置。

第二部分 工程项目背景与任务概述

一、工程项目背景

某区域要建设光伏电站，当地光照条件优良，具有丰富的光照资源，项目要求合理设计光伏组件串并联，根据施工图纸完成光伏汇流箱内部器件安装接线以及箱体安装、光伏离网发电系统的系统搭建、光伏并网系统的搭建，实现光伏发电，并能够对光伏发电系统进行环境数据采集、电站运行监控及能量管理。

三、任务概述及作品呈现要求

第二天竞赛任务：光伏电子工程的实施与调试，要求按照设计图纸进行光伏工程施工，使用开发人员移交的程序进行系统功能调试，并对系统进行运行检测、竣工验收。任务概述及作品呈现要求表 2.2.1 所述。

表 2.2.1 任务概述及作品呈现要求

序号	任务概述		作品呈现要求
1	工程部署与安装	根据电气图要求、功能要求及工艺要求，对光伏离网发电系统、光伏并网发电系统进行部署与安装，完成设备的安装与线路连接。	满足功能及工艺要求的光伏电站。
2	系统调试与运行	考核选手对光伏电子工程的监控系统和能量管理系统的运行机制及运行方法、对传感技术及各类通讯技术的掌握：实现对光伏系统的整机运行及能源综合利用。	满足光伏电子设备功能展示；满足 PLC 控制要求的本地按钮功能展示；满足光伏电子工程远程监控系统的界面及功能展示。
3	工程竣工验收	考核选手对光伏电子工程验收标准及检测技能的掌握：要求根据工程验收项目及验收标准，按照用电操作规范，对光伏系统线路、设备、功能进行检验，并按要求完成记录。	工程验收项目的完整性，指定项目的测量方法、测量点及测量值正确性。符合要求系统检测报告。
4	职业规范与安全生产	从选手在工作过程中体现的职业规范、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。	考核选手安全操作规程、团队协作、文明比赛、现场整洁有序等方面的职业素养。

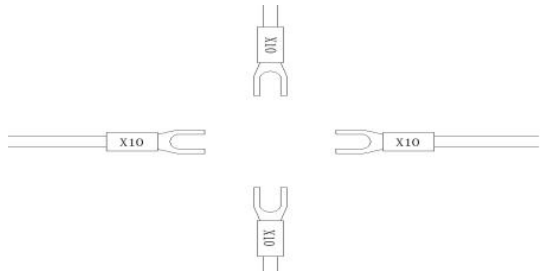
第三部分 竞赛任务

任务二、光伏电子工程的实施与调试

（一）工程部署与安装（16 分）

此阶段选手作为施工人员，要求建设离网光伏系统、并网光伏系统两个光伏工程。请按照竞赛提供的施工图纸（见“桌面\竞赛资料\施工图纸”文件夹）以及施工工艺要求，进行规范施工。施工工艺要求如表 3.1.3~3.1.5 所示：

表 3.1.3 接线端子及线标要求

线缆	线径	端子要求	线标要求
RV 0.5mm ² 软线 BVR 2.5mm ² 软线	0.5mm ² 2.5mm ²	管型 冷压端子	1. 使用号码管； 2. 按照提供的标识数码有序连接，号码管标识读序合理、正面朝外易于查看，如下图： 
RV 0.5mm ² 软线 BVR 2.5mm ² 软线	0.5mm ² 2.5mm ²	U 型冷压端子	3. 要求号码管能遮住 U 型冷压端子的压线钳压痕或遮住管型冷压端子的塑料套管，如下图： 
PV1-F2.5mm ² 光伏系统电缆	2.5mm ²	MC4 光伏连接器内芯： 金属母头 金属公头	电缆的正负极按线色和 MC4 插头来区别

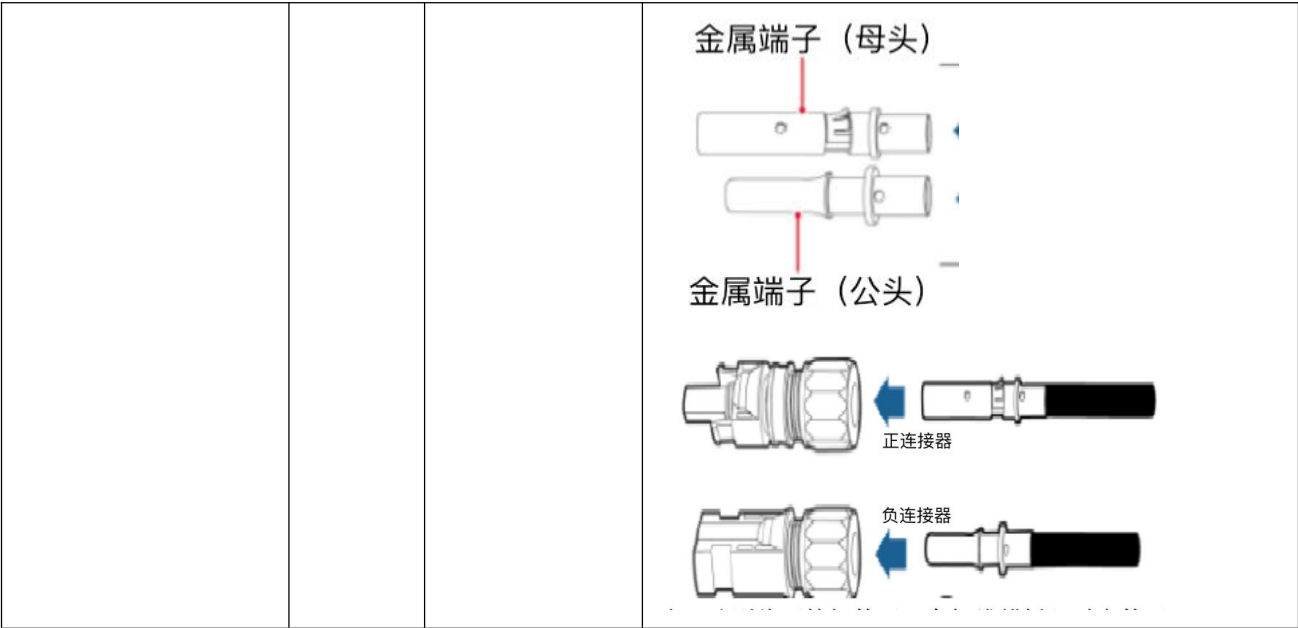
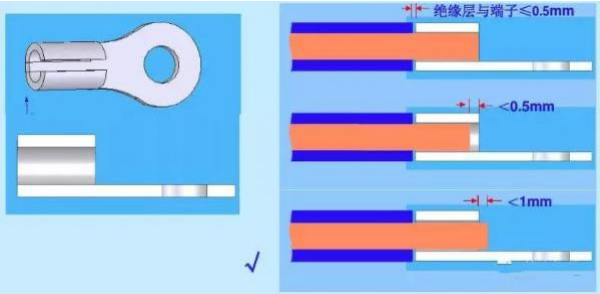
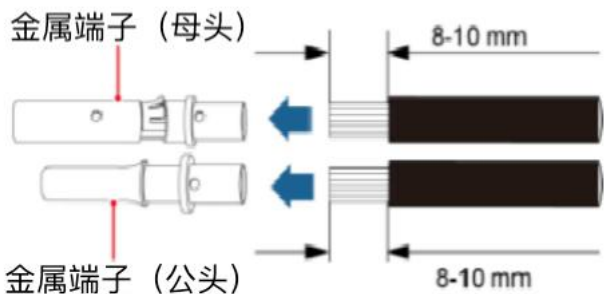
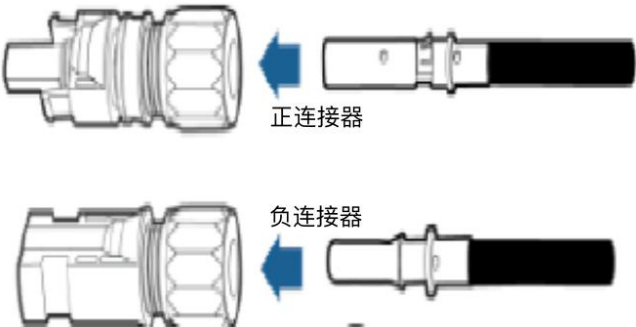


表 3.1.4 走线要求

线缆类别	走线要求
RV 0.5mm ² 软线 BVR 2.5mm ² 软线	软线走线要求线缆平直，就近线槽内走线，无法满足线槽走线的情况下（长度大于 15cm），用缠绕管缠绕或扎带捆紧。
PV1-F2.5mm ² 光伏专用电缆	光伏组件输出电缆的 MC4 插头及线缆使用扎带或缠绕管固定在支架上，走线后将插头预留在台体外侧，方便进行组件组串；汇流箱输出至电气柜接线端子的线缆，使用波纹管进行固定。

表 3.1.5 冷压端子制作及剥线要求

接线端子	工艺要求	其他要求
管型 冷压端子	≤0.5mm ≤1mm	1. 每根导线须使用冷压端子接入器件端口； 2. 当一个器件端口需要接入多根导线时，须使用专用的并线端子； 不允许 2 根及以上导线并入一个非

U 型/OT 型 冷压端子		并线端子。
MC4 光伏插头	1.剥线钳剥去光伏电缆绝缘皮，保留线芯压线长度 8-10mm。  2.金属端子公头和母头压线钳压紧后插入连接器，线芯和 MC4 连接器适当力度试拔不分离。  3.线芯拨开的绝缘层长度适中，锁紧螺母锁紧后不外露，适当力度无法旋开。	

注意：

- 1、设备安装检测完成后，所有线材都须盖线槽盖。
- 2、接线耗材的使用要求：在竞赛现场提供的耗材范围内对耗材进行合理分配及使用，竞赛时不额外提供耗材。

（二）系统调试与运行（32 分）

此阶段选手作为工程调试人员，使用光伏电子工程的设计与开发阶段开发的程序，结合施工图纸（见“桌面\竞赛资料\施工图纸”文件夹），对已建设好的光伏工程进行功能调试，实现光伏系统的整机运行及能源综合利用。

1. 光伏电子设备的调试

光伏电子设备接入到光伏系统后，对“光伏电子设备程序+工位号”程序进行完善及调试，编写RS485串口通讯程序，使用modbus通信协议，实现光伏电子工程的本地及远程控制、数据采集。在“桌面\竞赛资料”文件夹中提供《modbus.c》文件可作为参考。

2. 微电网站端监控功能的调试

下载“微电网站端监控功能程序+工位号”工程文件到可编程控制器及触摸屏，并按照微电网站端监控功能的要求进行调试，实现光伏系统的站端监控功能。

3. 微电网远程监控功能的调试

导入“微电网远程监控功能程序+工位号”工程文件到组态软件，并按照微电网远程监控功能的要求进行调试，实现光伏系统的站端监控功能。

（三）工程竣工验收（6 分）

在完成电站的搭建及功能开发调试后，对光伏系统进行试运行，并对指定的验收项目进行检测及验收，并把检测验收结果进行记录，填写至《工程竣工验收表》中，形成交接材料。