

2021 年全国职业院校技能大赛 赛项规程

一、赛项名称

赛项编号：ZZ-2021027

赛项名称：分布式光伏系统的装调与运维

英文名称：Assembly Commissioning and Operation of
Distributed PV

赛项组别：中职组

赛项归属：信息技术类

二、竞赛目的

本赛项是基于信息化广泛应用与技术升级带来的分布式光伏工程产业装调与运维领域高素质应用型人才断层的产业需求背景，响应《国务院关于国家职业教育改革实施方案》与《职业教育提质培优行动计划（2020—2023年）》指导思想，推动新能源及相关专业人才培养与产业转型升级紧缺岗位相适应，针对中等职业教育人才培养的方向和特点设计的赛项。本赛项主要突出分布式光伏工程产业安装、调试及其智能化运维、管理岗位的技能需求。

赛项立足分布式光伏系统的项目规划、系统安装与调试、工程智能运维等，考核参赛选手在区域能源的规划设计、分布式光伏系统的设备安装与线路连接、检测、本地控制以及智能运维等方面的理论知识与操作能力，检验参赛选手在既定的工程项目下的方案识读能力、

对分布式光伏领域专业知识理解和应用能力、熟练的技能操作能力以及基础的创新创业能力，涵盖全面的专业知识与操作技能点，多方面检验人才培养与产业需求匹配度，并引领相关领域人才培养改革。

与此同时，该赛项响应国家“互联网+”智慧能源等行业政策和新型基础设施建设带动产业结构调整的需求，旨在通过技能竞赛的引领与带动，将国际先进的工艺流程、技术标准、职业技能等级标准等融入职业院校教学标准中，引导职业院校主动适应新能源产业技术发展新趋势与就业市场新需求，深化“三教改革”，完善“赛证课岗能”融通的课程体系，科学定位中职复合型技能人才培养新模式，探索职业教育层面的人才培养供给侧结构性改革举措，服务新能源产业升级增效培养面向产业链全环节的具有创新思维的高素质技能人才。

三、竞赛内容

本赛项需要参赛选手完成对给定分布式光伏系统项目进行方案规划设计，并对项目中的光伏组件、控制、储能、逆变、负载等设备，依照要求进行安装及调试；完成分布式光伏系统的并网连接、并网运行及调试；完成智能化通讯系统的安装及配置、通过最新的物联网通讯技术下发调度指令进行分布式系统的智能化维护。

本赛项竞赛时间为 5.5 小时，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

序号	任务		考核内容	分值比例
1	分布式光伏工程规划	分布式光伏工程规划	考核分布式光伏电站的设备选型及布置： 在分布式仿真规划系统中，进行电站容量计算、组件选型和排布、倾角设置、电站选址等，配置出满足指定要求的电站建设方案。	15%
2	分布式光伏系统的安装与部署	分布式光伏系统的部署实施	考核分布式光伏系统的系统组成知识、分布式光伏系统设备及电气设备的安装技术及装配工艺的掌握： 按照施工图纸、系统功能及工艺的要求，完成分布式光伏系统的安装与线路连接。	16%
		分布式光伏系统工程项目阶段性验收	考核分布式光伏系统和设备的检测技能： 要求按照电气操作规范及项目验收标准，对部署完工的分布式光伏系统进行检测及验收，并提交验收报告。	5%
3	分布式光伏系统的运行与维护	分布式光伏系统的本地控制	考核分布式光伏系统各组成单元的控制设计及运行调试技能： 要求基于 PLC 进行程序编写及调试，实现本地控制分布式光伏系统各组成设备的功能。	16%
		分布式光伏系统的远程监控	考核分布式光伏系统的监控组态及运行调试技能： 要求对分布式光伏系统进行配置及调试，实现远程监控功能及系统调试运行。	21%
		分布式光伏系统运行测试验收	考核为选手对分布式光伏电站运行测试验收技能： 根据验收标准进行系统验收并提交检测报告。	5%

		分布式光伏系统的运维	考核分布式光伏系统故障排除及解决问题的能力： 要求利用现场工具仪器，进行故障识别、故障排除。	12%
4	职业规范与安全生产	职业规范与安全生产	考核安全操作规程、团队协作、文明比赛、现场整洁有序等方面的职业素养。	10%

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。

五、竞赛流程

(一) 大赛时间安排

具体安排如表 2 所示。

表 2 大赛事项安排

日期	事项安排	时间
第一天	裁判、仲裁、监督报到登记	8:30-15:00
	裁判工作会	16:00-18:00
第二天	参赛队报到注册	12:00 之前
	开赛式	15:00-15:30

	领队会	15:30-16:00
	熟悉赛场	16:00-17:00
第三天	选手到达赛场	7:00
	检录、二次加密及选手入场	7:00-7:30
	赛前30分钟准备	7:30-8:00
	正式比赛时间	8:00-13:30
	选手离开赛场	13:30-14:00
	赛项申诉与仲裁	14:00-16:00
	裁判评分, 成绩复核、确认、录入上报	14:00-评分结束
第四天	成绩公布	成绩复核无误后
	闭赛式成绩宣布	9:30-11:00

(二) 大赛流程图

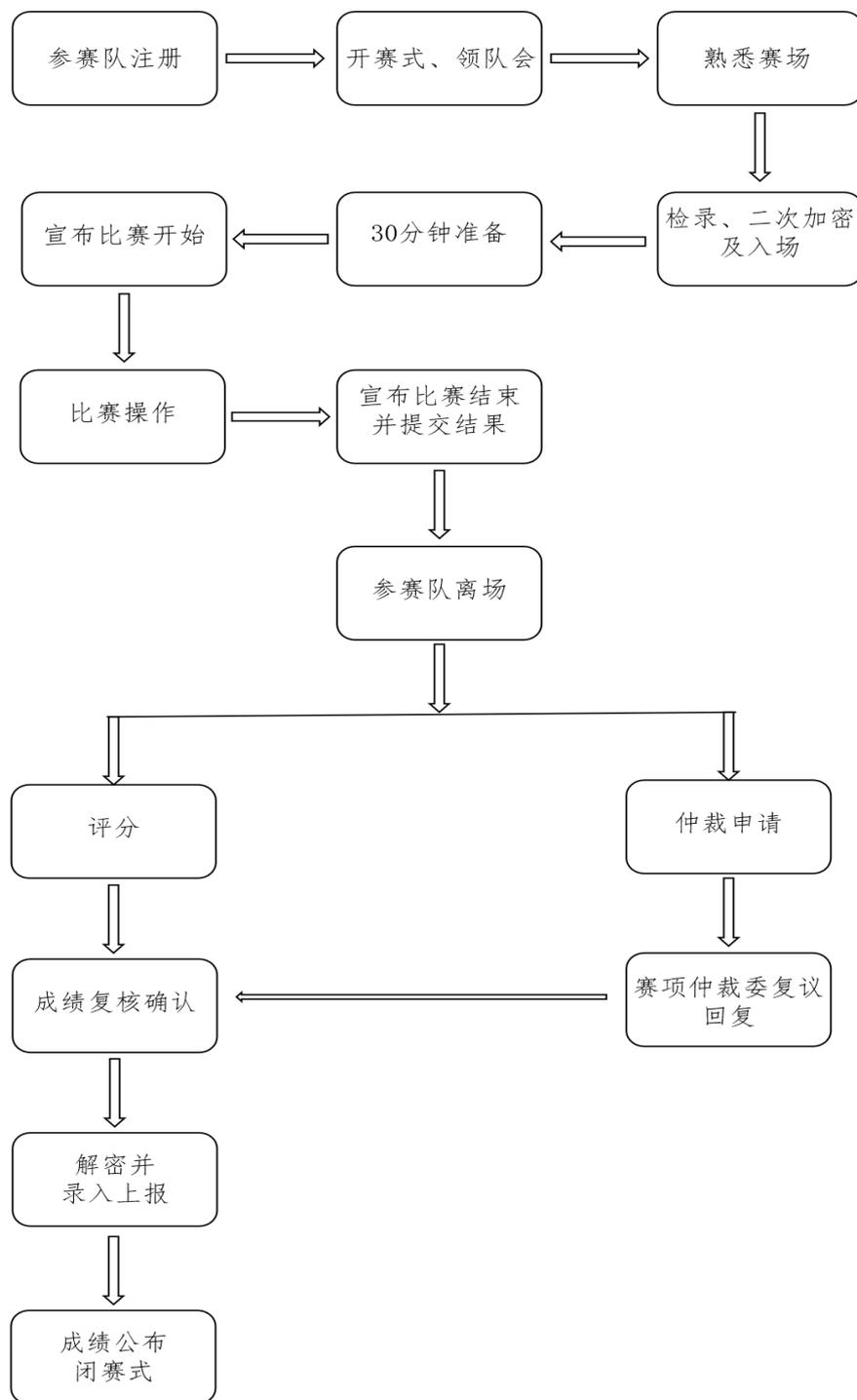


图 1 大赛流程图

六、竞赛赛卷

（一）本赛项采用公开赛题的方式，于开赛 1 个月前，在大赛信息发布平台上（www.chinaskills-jsw.org）公布十套赛题；

（二）正式赛卷于比赛前三天内，把赛卷随机排序后，在监督仲裁组的监督下，由裁判长指定相关人员抽取正式赛卷与备用赛卷。

（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（大纲）见附件。

七、竞赛规则

（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 1 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）和 1-2 名指导教师组成。指导教师须为本校专兼职教师。参赛选手须为中等职业学校全日制在籍学生；五年制高职一至三年级（含三年级）学生均可参加比赛。参赛选手不限性别，年龄须不超过 21 周岁，年龄计算的截止时间以 2021 年 5 月 1 日为准。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同一组别的比赛。

（三）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、“健康码”绿码、行程码及持核酸检测报告（根据疫情防控要求）参加比赛和相关活动。

（四）参赛选手应严格遵守赛场纪律，服从指挥，穿着统一的参赛服装，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。

（五）参赛队在比赛前一天由赛项执委会统一组织熟悉赛场。

（六）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存盘保存资料，避免断电造成成果丢失。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。

（七）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。

（八）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。

（九）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，光照明良好。

(二) 赛场每个大赛工位使用场地不小于 $4 \times 4\text{m}$ ，每个工位配备 AC220V/50Hz 交流电源插座 8 个，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) 大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、医疗区及观摩通道。

(五) 每个大赛工位标明编号，工位内显著位置粘贴安全操作须知。

(六) 每个大赛工位配有工作台、卫生工具及垃圾筒。

(七) 每个工位配备计算机两台，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 条能直接通达户外地面的人员疏散通道。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、消防等急救的车辆通道。

(九) 赛场设有后勤及安全保障等人员，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/T 36568-2018 光伏方阵检修规程。

- (三) GB/T 36567-2018 光伏组件检修规程。
- (四) GB 50797-2012 光伏电站设计规范。
- (五) GB/T 35694-2017 光伏电站安全规程。
- (六) GB/T50054-2011 低压配电设计规范。
- (七) GB/T50052-2009 供配电系统设计规范。
- (八) GB50055-2011 通用用电设备配电设计规范。
- (九) DB34/T 2450-2015 户用并网光伏系统设计与施工规范。
- (十) GB/T 33342-2016 户用分布式光伏发电并网接口技术规范。
- (十一) DL/T 5429-2009 电力系统设计技术规程。
- (十二) IEC 60364-7-712:2002 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)。
- (十三) GB/T 32512-2016 光伏电站防雷技术要求。
- (十四) GB/T 31999-2015 光伏系统接入配电网特性评价技术规范。
- (十五) GB/T 29319-2012 光伏系统接入配电网技术规定。
- (十六) GB/T 30152-2013 光伏系统接入配电网检测规程。
- (十七) GB 50794-2012 光伏电站施工规范。
- (十八) GB50865-2013 光伏发电接入配电网设计规范。
- (十九) GB/T 19939-2005 光伏系统并网技术要求。
- (二十) Q/GDW617-2011 光伏电站接入电网技术规定。

- (二十一) GB/T 20046-2006 光伏系统电网接口特性。
- (二十二) IEC 61727 ed2.0 Photovoltaic (PV) systems - Characteristics of the utility interface (光伏(PV)系统电网接口的特性。)
- (二十三) IEC 61427-1 ed1.0 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。
- (二十四) GB/T34129-2017 微电网配电网测试规范。
- (二十五) NB/T 32010-2013 光伏电站逆变器防孤岛效应检测技术规程。
- (二十六) DL/T 448-2016 电能计量装置技术管理规程。
- (二十七) DL/T5137-2001 电测量及电能计量装置设计技术规程。
- (二十八) DL/T 448 电能计量装置技术管理规程。
- (二十九) DL/T 614-2007 多功能电能表。
- (三十) DL/T 645-2007 多功能电能表通信协议。
- (三十一) 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。
- (三十二) GB 50217-2018 电力工程电缆设计规范。
- (三十三) GB/T 50062-2008 电力装置的继电器保护和自动装置设计规范。
- (三十四) GB/T 32900-2016 光伏电站继电保护技术规范。
- (三十五) GB/T 14598.1-2002 电气继电器 第23部分: 触点性

能。

(三十六) 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。

(三十七) GB/T 6988.1-2008 《电气技术用文件的编制》。

(三十八) IPC-A-610E-2010 中文版电子组件的可接受性。

(三十九) SJ/T 10533-1994 电子设备制造防静电技术要求。

(四十) GB/T 12326-2008 电能质量电压波动和闪变。

(四十一) GB 50054-2011 低压配电设计规范。

(四十二) GB/T 34932-2017 分布式光伏系统远程监控技术规范。

(四十三) GB 50796-2012 光伏电站建设与运维验收规范。

十、技术平台

本次赛项建议使用的比赛设备须能够契合光伏系统工程规划、设备安装、运行、维护等典型岗位技能要求，以及与新一代信息技术融合后产生的新岗位需求，高度集成整合分布式能源发电技术、传感技术、信息通信技术、能源管控技术和模拟规划技术于一体，不但能够对分布式光伏系统的实现原理、性能特性进行教学展示，而且能够对光伏系统所需的规划设计、安装、调试进行技术技能训练，且具有专业递进式的功能。

比赛用平台系统组成：

设备应包含分布式光伏仿真规划软件、分布式光伏装调平台、分布式光伏并网隔离系统、分布式光伏智能运维系统。可进行分布式光

伏工程仿真规划、分布式光伏电站设备安装与离网及并网发电模式的调试、分布式光伏工程的运行监控、分布式光伏工程的运维管理等竞赛内容。

1. 分布式光伏仿真规划软件

规划软件应可以导入现实或模拟的地形地图，具有地形、气候、分布式光伏电站模拟及能源图表功能。能够进行分布式光伏工程的规划，包括倾角设置、组件类型选择、支架类型选择、光伏阵列的布局、建设成本的评估以及光伏能源利用的合理性评估。

2. 分布式光伏装调平台

应包含由供能模块、数据采集模块、集中控制模块、环境感知模块、通讯模块、负载模块、智能离网微逆变系统、运维等模块。平台可满足多种分布式光伏发电方式的选择、满足分布式系统的安装、调试、数据采集、多种通讯方式的传输、运维等实训。

3. 分布式光伏并网隔离系统

光伏并网隔离系统由并网逆变器和隔离变压器组成，将光伏组件产生的直流电通过光伏并网隔离系统转换成符合市电电网要求的交流电之后接入公共电网。

并网逆变器集多重保护功能，可以达到 IP65 户外型保护级别。可以全自动追踪市电的电压、相位、频率，并将电能转化为与电网同频、同相的正弦波电压，馈入电网，实现自主并网功能。系统采用 10KW 隔离变压器与市电外网隔离，以保证设备和人身安全。

4. 分布式光伏智能运维系统

分布式光伏智能运维系统可以通过逆变器通讯模块采集底层逆变器的运行信息，以以太网方式传输到分布式光伏运维平台，平台统一对所有的光伏电站实施集中监控，提供专业的远程维护、个性化设计，详细的运行报告在服务器上存储，保护和备份电站产量、错误信息以及配置数据。定期报告时刻掌握最新的动态，显示所在电站的地理位置信息、实时的辐照量、模块温度、环境温度、风速、电站经纬度、倾角方向等信息。提供逆变器故障诊断工具，详细显示各个逆变器的输出参数，通过文字、图表清晰展示全局情况。

表 3 设备清单

序号	系统子平台	数量	子平台简介
1	分布式光伏仿真规划软件	1	要求仿真规划软件可以导入各种现实或模拟的地形地图，具有地形、气候、分布式光伏电站模拟及能源图表功能。能够进行分布式光伏工程的规划，包括倾角设置、组件类型选择、支架类型选择、光伏阵列的布局、建设成本的评估以及光伏能源利用的合理性评估。
2	分布式光伏装调平台	1	由供能模块、数据采集模块、集中控制模块、环境感知模块、通讯模块、负载模块、离网逆变系统、运维等模块，能够远程/就地显示电压、电流、功率等参数信息，具有光伏发电追日控制、储能自动控制、电能调度控制、存储逆变等功能的智能控制平台。
3	分布式光伏并网隔离系统	1	光伏并网系统，能够通过并网逆变器转化为交流电，通过隔离变压器与真实的市电外网相互隔离，安全地并入市电，保护设备及人身安全。
4	分布式光伏智能运维系统	1	能够对光伏系统平台重要设备通过组态，实施集中监视和远程控制，并能提供详细的运行报告，在服务器上存储、保护和备

			份电站产量、错误信息以及配置数据。能够显示实时的辐照量、模块温度、环境温度等信息。提供逆变器故障诊断工具，详细显示各个逆变器的实测资料。可以通过图文视图清晰展示全局情况。
5	工具及耗材套件	1	满足竞赛的工具及耗材套件。 工具：钳型万用表、剥线钳、斜口钳、冷压压线钳；螺丝刀、工具刀、活动扳手等； 耗材：号码管、冷压端子、导线、缠绕管、扎带等。

十一、成绩评定

（一）评分标准

根据分值比例，制定评分细则如下所示。

（1）分布式光伏工程规划（结果客观评分，模块总分 15 分）

表 4 分布式光伏工程规划评分标准

考核内容	评分指标	配分
分布式光伏工程规划	太阳能倾角设置、光伏电站功率规划、光伏阵列的间距规划的合理性、逆变器数量的正确率、光伏能源的有效利用情况，实现区域能源的线上仿真规划设计并产出对应的最经济的能源指标与方案。	15

（2）分布式光伏系统的设备安装与线路连接工艺评分模块（结果主观评分，模块总分 16 分）

表 5 分布式光伏系统的设备安装与线路连接工艺评分标准

考核内容	评分指标	配分
分布式光伏系统的	符合要求的规划：关键器件的安装与线路连	4

安装部署	接的正确性。	
	工艺：模块布局合理性、牢固性、美观性；冷压端子的使用、接线可靠性、并线的使用、号码管套装与标识、线槽盖的使用、缠绕管的使用、线色的使用符合技术规范中所列标准要求。	12

(3) 分布式光伏系统工程阶段性验收评分模块（结果客观评分，模块总分 5 分）

表 6 分布式光伏系统工程阶段性验收评分标准

考核内容	评分指标	配分
分布式光伏系统的项目阶段性验收检测	项目部署完工后，检测指定项目的测量点、测量方法、测量值正确性。提交报告格式正确性，字体、数据是否清晰。	5

(4) 分布式光伏系统的本地控制（结果客观评分，模块总分 16 分）

表 7 分布式光伏系统的本地控制评分标准

考核内容	评分指标	配分
分布式光伏系统的本地控制	急停功能、复位功能、按键 K1 至 K10 功能的实现效果。	16

(5) 分布式光伏系统的远程监控（结果客观评分，模块总分 21 分）

表 8 分布式光伏系统的远程监控评分标准

考核内容	评分指标	配分
分布式光伏系统的远程监控	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、布局合理； 分布式光伏系统整机运行效果。	21

(6) 分布式光伏系统运行测试验收（结果客观评分，模块总分 5 分）

表 9 分布式光伏系统运行测试验收评分标准

考核内容	评分指标	配分
分布式光伏系统运行检测验收	系统功能调试完工后,检测项目的测量点、测量方法、测量值正确性。	5

(7) 分布式光伏系统的运维 (结果客观评分, 模块总分 12 分)

表 10 分布式光伏系统的运维评分标准

考核内容	评分指标	配分
分布式光伏系统的排故与运维	故障现象、故障原因描述及故障排除。	12

(8) 职业素养与安全生产 (结果主观评分, 模块总分 10 分)

表 11 职业素养与安全生产评分标准

考核内容	评分指标	配分
职业素养与安全生产	现场安全生产、操作岗位 5S 管理、团队合作、参赛纪律。	10

(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、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 21 名; 共计 30 人。裁判人员具体需求如下表 12 所示。

表 12 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	(裁判长) 信息技术、光伏工程、新能源、计算机软件、网络、通信、自动化	熟悉分布式光伏的体系结构、项目实施、设备安装,组织能力强,应急反应能力强;	具有国赛裁判和省赛裁判长的执裁经验	副教授(或高级技师)以上职称(或技能等级)	1
2	(加密裁判) 无专业要求	懂得加密原理,细心。	具有国赛、省赛以及行业竞赛的执裁经验		2
3	(现场裁判) 信息技术、光伏工程、新能源、计算机软件、网络、通信、自动化	熟悉分布式光伏的体系结构、项目实施、设备安装,应急反应能力强;	具有国赛、省赛以及行业竞赛的执裁经验	讲师(或技师)以上职称(或技能等级)	6
4	(评分裁判) 信息技术、光伏工程、新能源、计算机软件、网络、通信、自动化	熟悉分布式光伏系统及储能、控制及运行技术,熟悉光伏发电相关国家标准;	具有国赛、省赛以及行业竞赛的执裁经验	讲师(或技师)以上职称(或技能等级)	21
裁判总人数	30				

(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，并对大赛成绩抽检复核。

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

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）大赛采用结果评分方式，主观性结果评分和客观性结果评分相结合。

主观分共占总分 26%：职业规范与安全生产评分模块，由现场裁判完成；职业规范与安全生产以外的主观评分，由 5 名评分裁判完成，采用“背靠背”独立打分，求平均分作为主观评分。。

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 6 个评分模块，由评分裁判分工完成，占总分 74%。

（3）选手在大赛过程中，按照任务书的目标要求进行操作；比赛结束离开大赛现场，评分裁判通过检查选手的交付数据或设备的完成情况，按照评分规则进行评分。

（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

(1) 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。

(2) 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。

(3) 大赛成绩经复核无误后，由赛项裁判长、监督仲裁组长审核签字后确定。

十二、奖项设定

本赛项为团队赛，依照实际参赛队数量为基数，一等奖占比 10%，二等奖占比 20%，三等奖占比 30%，小数点后四舍五入；获得一等奖的参赛队指导教师获“优秀指导教师奖”，授予荣誉证书。

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，比赛可以继续运行。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，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安全事故的，取消其获奖资格。

2. 参赛队伍有发生较大安全隐患，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、参赛队员、指导教师违规违法的，按照相应的

制度、法律追究责任。

4. 不具备安全与防疫条件的单位，不能被遴选为主办（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. 指导教师要为人师表，听从指挥，服从裁判，遵守纪律。
2. 指导教师应认真研究和掌握本赛项比赛的技术规则和比赛要求，指导选手做好赛前准备工作。
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

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。

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。

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。

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。

竞赛时间为 5.5 小时，以现场时钟为准。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。

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，并视情节扣分（最多扣 5 分）。

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。

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，视情节扣分（最多扣 5 分），情况严重者取消比赛资格。

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，视情节扣分（最多扣 5 分），情节严重者可以取消者参赛资格。

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

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。

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。

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。

如遇突发事件，须及时向裁判长报告，同时做好疏导工作，避免重大事故发生，确保大赛圆满成功。

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

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诉。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。

申诉须提供书面材料，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、实事求是的陈述，并由领队亲笔签名。非书面申诉不予受理。

赛项监督仲裁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。

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。

申诉方可随时提出放弃申诉。

申诉方必须提供真实的申诉信息并严格遵守申诉程序，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会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，同步显示赛场内大赛状况。

（四）多机位拍摄开闭幕式，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数据。

十九、资源转化

为更好地通过技能竞赛响应新技术革命和产业结构调整的需求，推进分布式光伏等战略新兴产业新能源领域专业建设与发展，增强服

务能力，加快新能源行业的“产学研”融合与交流，推进能源技术的创新发展和深度应用，为促进产业发展提供多层次高质量的技术技能人才支撑，将从以下几个方面开展资源转化：

（一）组织赛项同期活动

以“分布式光伏系统的装调与运维”赛事为契机，推动“政产学研用”深度融合，开展“面向‘十四五’的中职教育高质量发展实现路径”主题研讨。

（二）组织专业教学资源建设

将“分布式光伏系统的装调与运维”竞赛内容中所体现的职业技能评价标准与技术规范，转换成为教学资源，推动中职校光伏专业建设与课程建设。将赛项题库与实训案例纳入资源库，推动建立全国中等职业院校光伏专业建设共享平台，更好地服务新能源领域人才培养。

（三）组织职业技能培训资源开发

依托“分布式光伏系统的装调与运维”赛项资源，引进产业前沿技术标准，探索赛训结合、赛证融通，开展面向社会重点群体的职业技能培训与劳动力转移培训，增强职业院校服务能力，提升职业教育贡献度。

（四）组织赛事成果挖掘与转化

捕捉“分布式光伏系统的装调与运维”赛项竞赛现场的职教学子风采，制作优秀获奖选手故事集，讲好职教故事。扩大技能大赛的影响，弘扬工匠精神、崇尚技术技能、推动形成良好社会氛围，为青年学子打开多种成才路径。

同时将大赛成果与行业应用紧密对接，转化为可在实际工程案例中实施的新能源技术应用项目，将产生直接的经济效应和社会效应，为产业转型升级注入新动力。

二十、其他

无

附件：“分布式光伏系统的装调与运维”赛项任务书

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（用表笔检测和操作开关按钮盘除外），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）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。

（二）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。

（三）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，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。

（四）比赛过程中，选手判定设备或器件有故障（**赛题里预先设置的故障除外**）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。

（五）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。

（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。

五、注意事项

（一）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正常，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。

（二）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。

（三）设备第一次上电，参赛队须举手示意裁判请求通电，裁判与技术服务人员共同在工位前监督；学生现场完成上电检测，确认设备检测无误后，经裁判和技术服务人员许可，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。

（四）竞赛过程中，选手应及时保存竞赛成果；竞赛结束前，务必按要求完成离场确认单的填写。

（五）竞赛结束时，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开。

（六）竞赛结束时，工作站严禁关机，退出组态软件；务必保存设备配置，严禁对设备设置密码。

第二部分 工程项目背景与任务概述

一、工程项目背景

拟某总包公司承接了一个分布式光伏电站建设的项目，要求本电站具备如下功能：

1. 能够实现离网发电、并网发电方式的运行；
2. 需要有配套的保护装置；
3. 需要有配套的数据采集、电能计量、通讯等装置；
4. 需要有配套的本地控制系统；
5. 需要有配套的远程监控系统；
6. 需要有配套的智能运维管理系统。

二、任务概述及作品呈现要求

分布式光伏系统的装调与运维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	分布式光伏工程规划	分布式光伏系统的器件选型、布局规划、光伏能源的有效利用。	仿真规划软件中保存建立的方案信息。
2	分布式光伏系统的安装与部署	在竞赛设备上实现各功能模块装置的安装、配置、线路连接。	满足分布式光伏电站及控制系统的功能及工艺要求。
		对完成安装部署的光伏电站进行电站施工检测验收，并提交阶段性验收报告。	系统安装部署验收报告。
		基于可编程控制器控制系统的程序开发、调试及运行。	满足本地控制功能的结果呈现。

3	分布式光伏系统的运行与维护	基于组态软件的分布式光伏远程监控系统的开发、调试、运行及监测。	满足分布式光伏远程监控系统的功能要求。
		完成调试,编写光伏电站运行测试报告。	光伏电站运行测试报告。
		对光伏电站的故障进行故障排查、修复及修复后的检测。	故障分析报告。

第三部分 竞赛任务

任务一：分布式光伏工程规划（15分）

拟某区域为了减少传统能源的消耗与二氧化碳的排放量，计划在该区域建设光伏电站，当光伏电站产能不足时，自动由外部电力（即传统能源）补充，以保证本区域的用电。

该区域的光伏电站建设总体要求如下：

1. 充分利用光伏能源，使光伏能源占比越高越好；
2. 尽量减少外部电力的供给；
3. 在满足减少外部电力供给的要求下，减少光伏电站建设成本投入。

要求参赛队在仿真规划软件的指定的模型上建立方案，对该区域进行光伏电站的仿真规划设计。方案名称为工位号，例如 01 号工位，方案名称为“01”。

区域用能情况可在分布式仿真规划软件“方案设计”->“汇总”中查询，该模型气候参数为山东省-威海市，起始时间为 2013/1/1~2013/12/31。

（一）光伏电站建设参数及任务要求

已知光伏电站由多组光伏方阵组成，光伏电站的整机转换效率可在指定模型的光伏发电参数中查询；各类支架光伏电站的发电效率参数如表 3.1.1 所示：

表 3.1.1 支架类型与发电量系数

支架类型	最佳倾角固定	斜单轴跟踪	双轴跟踪
发电量系数	1	1.17	1.4

请完成光伏电站的如下设置及建立：

1. 结合成本及组件串并联后电压电流指标的考量，选择适合的逆变器、光伏组件品牌及型号，并设置 MPPT 组件串并联数量；
2. 根据指定的区域气候参数，查询并设置固定支架安装时最佳倾角；
3. 根据所选的逆变器容量及光伏组件长度，结合系统查询或计算得出的相关参数，设置光伏方阵的行数、列数、逆变器数量及光伏方阵间距；
4. 结合光伏各类支架发电量系数及成本考量，选择本电站的支架安装方式；
5. 光伏电站属性设置后，在地图上建立光伏电站。

（二）光伏电站的优化

运行设计方案，结合成本及产耗能情况，对所设计的光伏电站进行优化，以达到光伏电站建设的总体要求。

任务二、分布式光伏系统的安装与部署（21分）

（一）分布式光伏系统的线路连接（16分）

分布式光伏系统的设计图纸（见“桌面\竞赛资料\施工图纸”文件夹）已由需求方提供，本阶段选手作为施工人员，根据需求方提供的设计资料及工程要求，完成分布式光伏电站的安装部署工作。

1. 分布式光伏系统的设备安装

分布式光伏系统已安装部分设备，根据任务要求完成通讯模块、环境感知模块的安装：

完成光照度传感器、温湿度传感器及 LoRa 通讯模块 1 的安装，

要求使系统能够采集光伏组件的环境参数，模块安装牢固，布局美观且符合工程规范要求。

2. 分布式光伏系统的线路连接

分布式光伏系统的部分接线已完成，结合“桌面\竞赛资料”文件夹里《分布式光伏系统原理图》、赛题中确定的功能要求、线路要求及工艺要求完成分布式光伏系统的接线，要求如下：

(1) 光伏组件、蓄电池经由集中控制模块至光伏控制器的线路连接；

(2) 可调直流稳压电源经由集中控制模块至并网逆变器输入端口的线路连接；

(3) 光伏组件线路连接：光伏组件方阵由四块光伏组件采用两并两串的方式连接，给光伏控制器提供输入（给光伏控制器提供输入时，光伏组件最大输出电压不超过 50V）；

(4) 可调直流稳压电源线路连接：仅给并网逆变器提供输入的线路连接（给并网逆变器提供输入时，可调直流稳压电源最大输出功率不得超过 700W）；

(5) 数据采集模块线路连接：直流电压电流组合表 1、直流电压电流组合表 2、交流电压电流组合表 1、交流电压电流组合表 2、单相电能表及双向电能表的线路连接；

(6) 通讯线路连接：

① 温湿度光照度传感器、智能离网微逆变系统、直流电压电流组合表 1、直流电压电流组合表 2、交流电压电流组合表 1、交流电压

电流组合表 2、单相电能表及双向电能表的通讯线路连接；

②交换机、PLC 的通讯线路的连接；

(7) 负载线路连接：

①直流负载：直流负载 1（红灯）、直流负载 2（绿灯）、直流负载 3（黄灯）及直流负载 4（蜂鸣器）控制线路的连接；

②交流负载：交流负载 1（交流灯 1）、交流负载 2（交流灯 2）、交流负载 3（交流风扇）控制线路的连接（上方为交流负载 1，下方为交流负载 2）；

(8) 集中控制模块线路连接：

①PLC 至开关按钮盘线路的连接；

②PLC 至继电器及接触器线路的连接等；

(9) 电源线路连接：

①PLC 的 24V 电源线路连接；

②温湿度传感器及光照度传感器电源线路连接；

③4 块电压电流组合表电源线路连接（4 块电压电流组合表采用 24V 供电，不是以 220V 供电，表上标示的 L/N 对应的 **+**/**-**）；

④智能离网微逆变系统的功率电源线路连接。

(10) 柔性工位左侧端子排的光伏单轴航空线缆 20 芯的连接；

表 3.2.1 光伏单轴 20 芯航空线缆定义

线缆编号	编号定义
01	PLC-24
02	PLC-0
03	摆杆向东限位

04	摆杆向西限位
05	摆杆垂直限位
06	组件向东限位
07	组件向西限位
08	光敏传感器东限位
09	光敏传感器西限位
10	未使用
11	模拟光源 1
12	模拟光源 2
13	组件向东运行
14	组件向西运行
15	摆杆向东运行
16	摆杆向西运行
17	单轴光伏输入 (PV+)
18	单轴光伏输入 (PV-)
19	未使用
20	未使用

(11) 空气开关到各控制对象线路连接, 继电器从左至右的编号依次为 KA1~KA11; 接触器从左至右的编号依次为 KM1~KM5; 下排空气开关从左至右依次为 QF4~QF11。数据采集模块从左至右依次为交流表 1 (P1), 交流表 2 (P2), 直流表 1 (P3), 直流表 2 (P4)。

3. 设备安装接线工艺要求:

- (1) 设备安装须符合工程安装工艺标准, 设备安装牢固、美观;
- (2) 设备接线须符合工程接线工艺标准, 设备接线牢固、走线合理;
- (3) 设备接线须按照设备上的接口标识进行正确的连接;
- (4) 冷压端子的使用: 每根导线的两端都必须使用冷压端子; 使用冷压端子时不得出现露铜;

(5) U型冷压端子压痕要求：U型冷压端子裸端头压痕在正面端头管部的焊接缝上，保证压接牢固且装配时正面朝外，如图 3.2.1 所示：

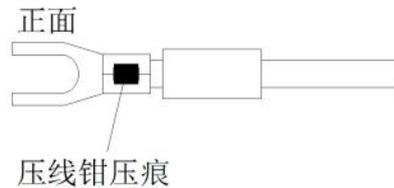


图 3.2.1 U型冷压端子压线钳压痕示意图

(以现场提供的 U 型冷压端子为准)

(6) 号码管的使用：号码管标识号按照提供的标识数码有序连接，号码管标识读序合理且正面朝外易于查看。号码管标识示意图如图 3.2.2 所示；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；如图 3.2.3 所示：

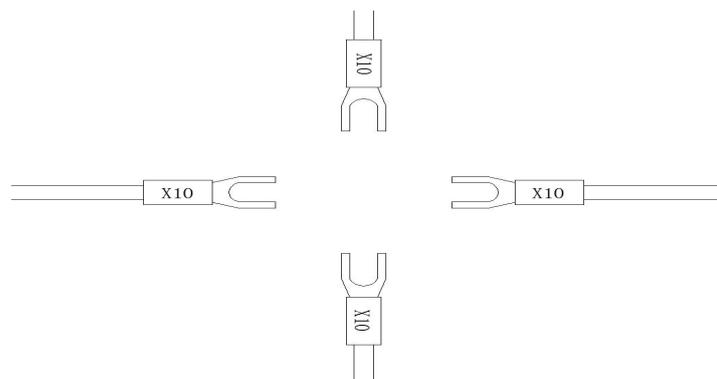


图 3.2.2 号码管标识示意图

(以现场提供的号码管标识为准)

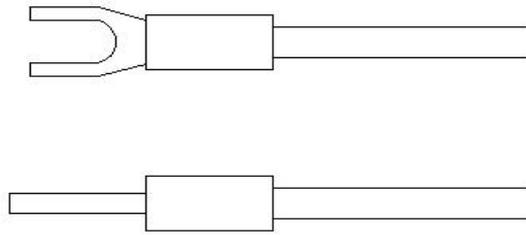


图 3.2.3 号码管套用示意图

(以现场提供的号码管为准)

(7) 接线须使用正确颜色的导线：火线及直流正极使用红色导线、零线及直流负极使用黑色导线；PLC 的输入输出信号线使用白色导线；其他类型，导线的颜色由选手自定义；

(8) 并线要求：某个接线端子需要接入 2 根及以上导线时，不允许使用 U 型冷压端子；

(9) 布线原则上都应在线槽内，特殊线路需在线槽外布线的导线（端子排）必须使用缠绕管缠绕；接线完成后应盖紧线槽盖；

(10) 接线须确认标识的输入、输出，正负极，零火等标识，正确连接，以免损害设备，严禁带电接线操作；

(11) 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) 分布式光伏系统的检测（5 分）

遵照用电操作规范对已完成接线的设备进行检测及调试。

(1) 上电前检测

在分布式光伏系统第一次上电前，使用钳形表对已完成接线的线路进行检测，确保上电安全；并按要求把检测结果填入竞赛现场下发

的《上电前检测表》。

(2) 工程项目阶段性验收

在完成接线及上电前检测且确认无误后，根据工程验收项目要求，对分布式光伏系统进行项目完工验收。

任务三 分布式光伏系统的运行与维护（54分）

本阶段选手作为分布式光伏系统建设项目组的系统调试人员，需根据需求方提供的设计图纸及功能要求，完成对系统电气控制、监控功能的开发调试。实现分布式光伏系统电力的生产和分配功能；实现对分布式光伏系统的监测和管控；并完成电站运行检测、完工后的资料整合交接等工作内容。

(一) 分布式光伏系统的本地控制（16分）

要求在“桌面\竞赛资料”文件夹中的“分布式光伏系统.gx3”PLC程序基础上，通过开关按钮盘上的手动按钮及PLC编程实现本地控制功能，并进行本地控制整体功能的调试与运行。开关按钮盘上的手动按钮布局示意图如图3.3.1所示。

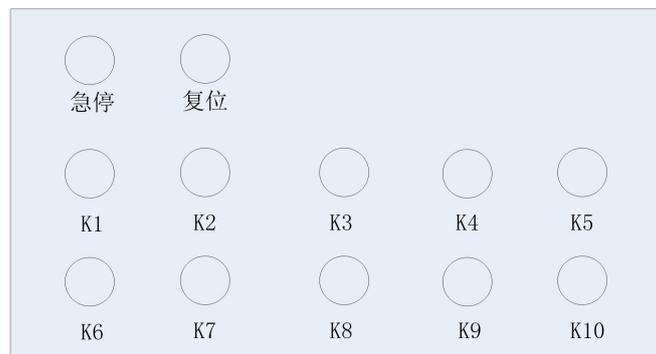


图 3.3.1 手动按钮布局示意图

手动按钮及 PLC 编程要求如表 3.3.1 所示：

表 3.3.1 本地控制功能要求

按键	功能说明
急停按钮	在任何情况按下急停按钮：PLC 立即关闭所有输出，但不改变复位旋钮的模式； 急停按钮复位后：不会恢复急停前的功能。
复位旋钮	复位旋钮旋转在左侧： 自动关闭发电模式 2 的所有功能，仅可运行发电模式 1 的功能； 复位旋钮旋转在右侧： 自动关闭发电模式 1 的所有功能，仅可运行发电模式 2 的功能。
发电模式 1（光伏离网发电系统）功能如下：	
K1	K1 作为辅助按钮
K2	<p>K2 自锁：开启光伏离网发电系统； 当开启光伏离网发电系统后，光伏离网发电系统采用自动运行方式如下： 当处于白天晴天条件下，光伏单轴自动逐日实现光伏电站以最大功率输出，蓄电池充电，所有交流负载及直流红灯运行； 当处于白天阴雨天条件下，光伏单轴自动逐日实现光伏电站以最大功率输出，蓄电池充电，所有交流负载运行，且交流负载以外的任何负载无法开启； 当处于晚上黑夜条件下，光伏电站停止供电，由蓄电池供电，直流负载红灯运行，且直流负载红灯以外的任何负载无法开启。 （天气条件为前提条件，开启两个模拟光源代表白天晴天；开启任意一个模拟光源代表白天阴雨天；无模拟光源开启代表晚上黑夜。）</p> <p>K2 解锁：关闭光伏离网发电系统及所有负载。 （后续按钮操作，按照上述顺序实现循环。）</p> <p>注：光伏板表面与模拟太阳光线垂直，此时光伏输出功率最大；智能离网微逆变系统开启顺序，开启时必须先开启信号源输入（KA2），再开启功率源输入（KM1）；智能离网微逆变系统关闭时，必须先关闭功率源输入（KM1），再关闭信号源输入（KA2）。未按照此顺序关闭智能离网微逆变系统的，造成设备损坏，按照竞赛规</p>

	则扣分处理。
K3	第一次按 K3: 开启模拟光源 1; 第二次按 K3: 保持模拟光源 1 亮, 开启模拟光源 2; 第三次按 K3: 同时关闭模拟光源 1、2。 (后续按钮操作, 按照上述顺序实现循环。)
K4	拟光伏组件逐日模式有主动逐日(不跟踪光源运行)及引导逐日(跟踪光源运行), K4 作为光伏组件逐日模式切换键。 K4 第一次自锁: 光伏组件先复位至东限位处, 1 秒后开始向西方向主动逐日, 运行至西限位处停止; K4 第二次自锁: 自动开启模拟光源, 光伏组件以引导逐日模式运行; 光源摆杆复位至东限位处, 1 秒后光源摆杆开始向西方向运行, 运行至西限位处继续向东运行, 触发东限位时继续向西运行, 如此循环; K4 每次解锁: 立即关闭自锁时开启的所有功能。 (后续按钮操作, 按照上述顺序实现循环。)
K5	K5 自锁: 同时打开直流负载黄灯及绿灯控制开关; K5 解锁: 同时关闭直流负载黄灯及绿灯控制开关。 (后续按钮操作, 按照上述顺序实现循环。)
K6	K6 自锁: 交流灯 1、交流灯 2 的控制开关依次以 0.5Hz 的频率循环开启/关闭, 以打开交流灯 1 控制开关→关闭交流灯 1 控制开关→打开交流灯 2 控制开关→关闭交流灯 2 控制开关为一个循环轮; K6 解锁: 交流灯 2 熄灭至交流灯 1 未开启之间 K6 解锁, 则关闭交流灯所有开关, 不再循环; 在交流灯 1 开启之后到交流灯 2 灭之前 K6 解锁, 则关闭交流灯 1 及交流灯 2 所有开关、打开蜂鸣器开关; 在 K6 开启蜂鸣器开关的情况下: K1 自锁可关闭蜂鸣器开关, K1 解锁后, 蜂鸣器不会再恢复 K1 解锁前的功能。 (后续 K6 按钮操作按照上述顺序实现循环。)
发电模式 2 (光伏并网发电系统) 功能如下:	
K7	K7 第一次自锁: 打开市电输入开关; K7 第二次自锁: 关闭市电输入开关。 (后续按钮自锁, 按照上述顺序实现相关功能。)

K8	<p>拟设备上的可调直流稳压电源为分布式光伏电站，直流负载作为警示灯；</p> <p>K8 自锁：开启光伏并网发电系统及所有交流负载；</p> <p>当开启光伏并网发电系统后，光伏并网发电系统采用自动运行方式如下：</p> <p> 当光伏电站输出功率小于 350W 时，直流红灯持续闪烁示警，2 秒后光伏并网发电系统自动关闭并网输出，由电网向负载供电，实现所有交流负载运行；</p> <p> 当光伏电站输出功率大于 350W、小于 650W 时，直流黄灯持续闪烁示警，2 秒后光伏并网发电系统自动切换为全额并网模式，不开启除黄灯以外任何负载；</p> <p> 当光伏电站输出功率大于等于 650W 时，直流绿灯持续闪烁示警，2 秒后光伏并网发电系统自动切换为自发自用余电上网模式，实现所有交流负载运行；</p> <p>K8 解锁：关闭光伏并网发电系统及所有交流负载。 (后续按钮操作，按照上述顺序实现相关功能。)</p>
K9	<p>K9 按钮自锁：判断光源灯杆位置。若摆杆位置在中轴偏东亮直流红灯；若摆杆位置在中轴偏西亮直流绿灯；</p> <p>K9 按钮解锁：关闭 K9 自锁时所有功能。</p> <p>注：选用光敏传感器作为判断依据，进行闭环设计，最终达到要求。</p>
K10	<p>K10 自锁：一键启动抵御自然灾害模式。复位光伏组件，调整角度为垂直于地面垂线；复位光源摆杆，调整角度为垂直于地面；所有 PLC 输出均断开，且后续按任何功能按钮（除本身按钮与急停按钮以外）均不动作。</p> <p>K10 解锁：关闭抵御自然灾害模式，但不恢复 K10 自锁前及 K10 自锁状态下其它按钮（除急停按钮）的所有功能；</p> <p>复位及 K1~K8 按钮可正常操作。</p>

注：

1. 上表中“打开**开关”仅要求接通相应的继电器及接触器；“**负载常亮/闪烁/运行”则要求负载能够处于工作状态；
2. 默认开关按钮盘上按钮初始状态均为弹起状态（解锁）。

（二）分布式光伏系统的远程监控（21分）

根据需求方提供的功能要求，在现有的分布式光伏远程监控系统的基础上进行定制化需求更改、调试，最终实现对分布式光伏系统的监测和管控运行，并完成电站运行检测。

现有的分布式光伏远程监控系统见“桌面\竞赛资料\“分布式光伏系统远程监控程序.PCZ”文件。需要完成的优化项目如下：

1. 分布式光伏电站的配置

根据功能要求及现场下发的相关配置对分布式光伏电站的相关器件进行配置，实现与远程监控系统的通讯。

2. 分布式光伏电站的系统组态

（1）登录界面：

创建两个用户账户，用户等级分别为“操作工级”与“系统管理员级”。

操作工级：用户的账号为 abc，密码为 123，仅可对操作界面进行查看及操作；

系统管理员级：用户的账号为 admin，密码为 123456，可对操作界面、监控界面、运维界面均可进行查看及操作；

当账号及密码均输入正确时，点击登录按钮后延时 2 秒进入相应权限的界面（操作工进入操作界面“光伏离网发电系统”页面，系统管理员进入监控界面）；

当账号或密码输入错误时，点击登录按钮后无法进入登录界面以外的任何界面，并跳出弹窗，在弹窗上显示“当前用户账号或密码错

误”；

再次输入正确的账号密码后，点击登录按钮后延时 2 秒仍可以进入相应权限的界面。

(2) 操作界面

制作两个页面，分别命名为“光伏离网发电系统”、“光伏并网发电系统”。



图 3.3.2 远程控制功能控件

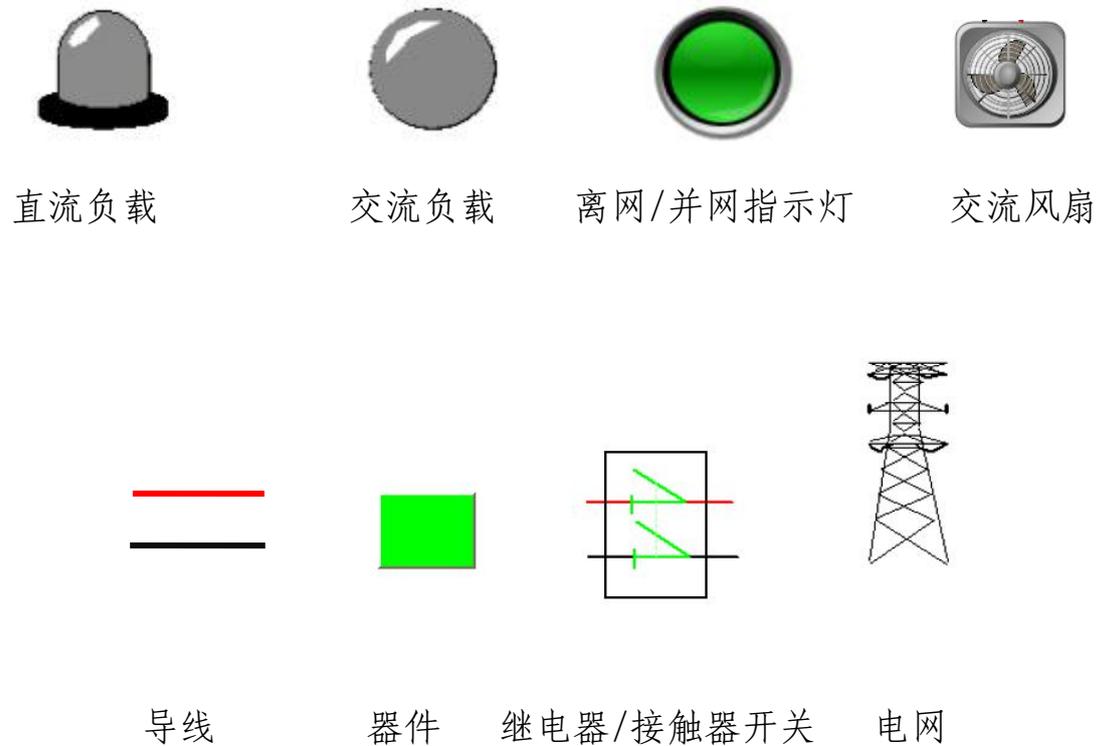


图 3.3.3 系统框图控件

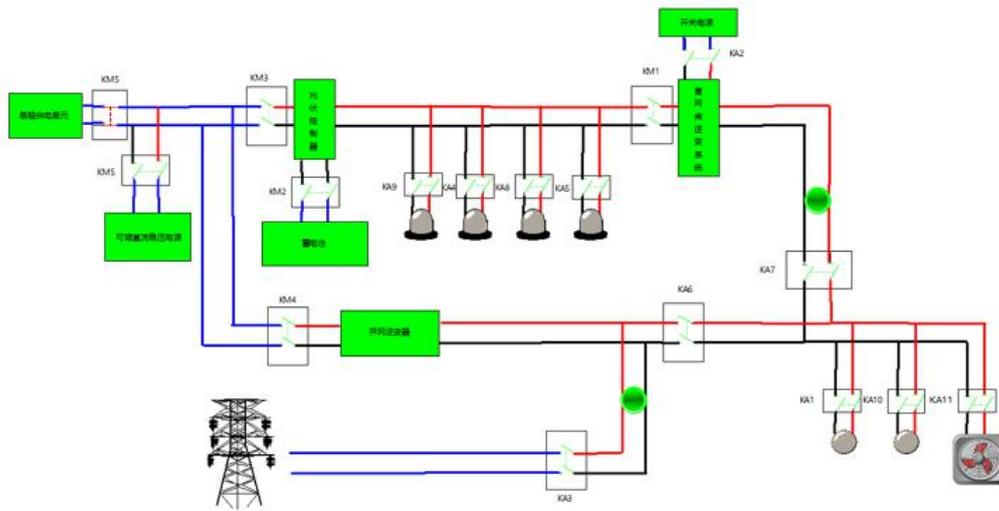


图 3.3.4 系统框图案例

① “光伏离网发电系统” 页面：

使用图 3.3.2 的控件图标制作《分布式光伏系统原理图》中光伏离网发电系统及所有交直流负载的控制开关按键。

按键自锁：开启设备上对应的继电器或接触器；

按键解锁：关闭设备上对应的继电器或接触器；

KM3 与 KM5、KA6 与 KA7 互锁功能与设备上的功能保持一致；

采用的功能按键在自锁时控件颜色为绿色，按钮上的显示文本为“ON”；解锁后控件颜色为灰色，按钮上的显示文本为“OFF”。

使用图 3.3.3 所用的控件绘制光伏离网发电系统的系统框图，实现光伏离网发电系统的动画显示，系统框图案例如图 3.3.4。

要求系统框图必须包含光伏单轴供电单元、蓄电池、光伏控制器、智能离网微逆变器系统、24V 开关电源、所有负载、继电器、接触器

及指示灯;

要求系统框图中器件的连接方式、器件的名称及功能与“任务一”中的接线要求一致,并能与设备同步运行;

要求系统框图中的继电器与接触器与设备同步接通、断开;

注:智能离网微逆变系统开启顺序,开启时必须先开启信号源输入(KA2),再开启功率源输入(KM1);智能离网微逆变系统关闭时,必须先关闭功率源输入(KM1),再关闭信号源输入(KA2)。未按照此顺序关闭智能离网微逆变系统的,造成设备损坏,按照竞赛规则扣分处理。

要求系统框图中的离网系统输出指示灯亮时为绿色,灭时为灰色;

要求系统框图中的交流灯/直流灯工作时的颜色与设备一致,灭时为灰色;蜂鸣器工作时的颜色为红色并闪烁,灭时为灰色,交流风扇与设备同步转动或停止;

要求系统框图中能源流向/导通与设备一致,能源导通的线路在框图中显示均为绿色,未导通的线路显示为红/黑色。

② “光伏并网发电系统” 页面:

使用图 3.3.2 控件图标制作《分布式光伏系统原理图》中光伏并网发电系统及所有交流负载的控制开关按键。

按键自锁:开启设备上对应的继电器或接触器;

按键解锁:关闭设备上对应的继电器或接触器;

KM3 与 KM5、KA6 与 KA7 互锁功能与设备功能保持一致。

采用的功能按键在自锁时控件颜色为绿色,按钮上的显示文本为

“ON”；解锁

控件颜色为灰色，按钮上的显示文本为“OFF”。

使用图 3.3.3 所用的控件绘制光伏并网发电系统的系统框图，实现光伏并网发电系统的动画显示，系统框图案例如图 3.3.4。

要求系统框图必须包含可调直流稳压电源、并网逆变器、单相电能表、双向电能表、市电、所有交流负载、继电器、接触器及指示灯；

要求系统框图中器件的连接方式、器件的名称及功能与“任务一”中的接线要求一致，并能与设备同步运行；

要求系统框图中的继电器与接触器与设备同步接通及断开；

要求系统框图中的并网（市电接入）指示灯亮时为绿色，灭时为灰色；

要求系统框图中的交流灯工作时的颜色与设备一致，灭时为灰色；交流风扇与设备同步转动或停止；

要求系统框图中能源流向/导通与设备一致，能源导通的线路在框图中显示为绿色，未导通的线路显示为红/黑色。

（3）监控界面：

①实时显示光伏单轴的环境温度、湿度及光照度数据；

②实时显示直流电压电流组合表 1 和直流电压电流组合表 2 的电压及电流数据；实时显示交流电压电流组合表 1 和交流电压电流组合表 2 的电压及电流数据；

③实时显示智能离网微逆变系统的转换效率（%）数据；

④实时显示单相电能表的当前总有功电能数据；并且要求监控界

面显示的当前有功总电能数据大于 0.01kWh;

⑤实时显示双向电能表有功总电能及反向有功总电能数据;

⑥实时显示光伏并网系统发电(以远程监控系统采集的单相电能表当前有功总电能为准)替代煤炭发电所减少的 CO₂ 排放量;(已知用煤炭发电的方式发 1kWh 电能产生 CO₂ 为 0.997kg, CO₂ 排放量数值须精确到小数点后四位)

要求:

所有数据须包含所显示数据的中文名称并标注相关单位;

在相关器件处于工作状态且通讯正常时,监控界面实时显示温度、湿度、光照度、交流电压电流组合表、直流电压电流组合表、离网微逆变系统的转换效率相关数据;在相关器件处于非工作状态或通讯断开时,监控界面显示文字“离线”;

在相关器件处于工作状态且通讯正常时,监控界面实时显示单相电能表、双向电能表、CO₂ 排放量相关数值;在相关器件处于非工作状态或通讯断开时,监控界面保持正常工作通讯状态下的最后采集的数值。

(4) 顶部窗口:



图 3.3.5 界面切换控件



图 3.3.6 急停控件

①要求在顶部窗口使用图 3.3.5 控件制作界面切换控件，实现相应账号权限下的任意界面的切换功能；

②要求实现能在任何界面（除登录界面外）实现一键退出组态软件；

③要求使用图 3.3.6 的控件制作急停按键，并实现在任何情况按下按键，立即关闭 PLC 所有输出；再次按下，急停按键复位，复位后不恢复急停前的功能；

采用的控件，处于急停状态时颜色为红色，处于复位状态时颜色为灰色；

④要求在顶部窗口显示当前使用账户的账户名；

⑤要求顶部窗口的所有内容可以在操作界面离网页面、操作界面并网页面、监控界面、运维界面每个界面中显示。

注：图 3.3.2、图 3.3.3、图 3.3.4、图 3.3.5、图 3.3.6 彩图效果可查看“桌面/竞赛资料”文件夹中《2021 年“分布式光伏系统的装调与运维”任务书图示》。

（5）运维界面

①保持分布式光伏并网系统的运行并以一分钟一次的频率进行

数据采集；使用专家报表制作历史数据。采集数据并制作表头，采集的数据有：时间、电站上网发电量、逆变输入实时功率、逆变输出实时电流、逆变输出实时电压以上电站数据持续至比赛结束（若并网系统运行过程有中断，则以最长的发电时段计算评分）；

②制作一键导出控件，比赛结束前对电站**历史数据进行导出保存**。导出的内容包括采集数据的时间、电站上网发电量、逆变输入实时功率、逆变输出实时电流、逆变输出实时电压，文件保存在“桌面\提交资料”文件夹，保存的文件命名为《电站运行历史数据+工位号》，例如《电站运行历史数据 001》。

（三）分布式光伏系统运行测试验收（5分）

在完成电站的本地控制系统及远程监控系统的功能调试后，对分布式光伏系统进行试运行，并对根据完工验收项目进行检测及验收，并把检测验收结果进行记录，形成交接材料。

（四）分布式光伏系统的运维（12分）

本阶段选手作为光伏运维系统的调试工程师，对分布式光伏系统进行故障排除及维护，实现光伏系统的正常运行。

1. 分布式光伏系统的排故与运维

要求参赛选手对竞赛任务分布式光伏系统的安装与部署、分布式光伏系统的本地控制、分布式光伏系统的远程监控中**预先设置**的故障进行排除，故障类型包含：已连接线路、器件及程序等，任务要求如下：

(1) 分析、寻找并排除相应故障，确保分布式光伏系统正常工作；

(2) 将具体的故障现象、故障原因进行记录。

故障说明如下：

(1) 本次竞赛任务共预设故障 6 处，其中线路故障 4 处，PLC 程序故障 2 处；

(2) 其中线路故障的设置并未影响到系统的正常安全上电，同时并未影响到系统并网、离网、电站运行等核心功能的实现；同时，线路故障未设置在柔性工位顶部和底部等涉及强电的未开放区域，以及光伏单轴涉及强电的区域；

(3) PLC 程序故障涉及本地控制部分功能，在程序注释中标识了设置故障程序的区域，已写好的程序并未影响参赛选手对于其它 PLC 本地控制功能的正常开发和运行。

注：多排或漏排故障均不得分，错排故障要被扣分。

职业规范与安全生产（10 分）

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。