2020年全国职业院校技能大赛改革试点赛
赛项规程

一、赛项名称

赛项编号：ZZ-2020006

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 System

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《国务院办公厅关于深化产教融合的若干意见》与《国务院关于国家职业教育改革实施方案》指导思想，推动新能源及相关产业急需学科专业建设与培养产业转型升级紧缺岗位人才相适应，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实施、系统运行、工程维护、智能运维等，考核参赛选手在分布式光伏系统的设备安装与线路连接、检测、本地控制与智能运维以及区域能源的规划与设计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国家战略匹配度，并引领相关领域人才培养方案改革。

与此同时，该赛项响应国家“互联网+”智慧能源行业政策和新型基础设施建设带动的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院校教学标准中，引导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，科学定位中职高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，服务新能源产业转型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分布式光伏系统项目的方案设计，并对项目中的光伏发电、控制、储能、逆变、负载等设备，依照方案进行安装及调试；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。

本赛项选手竞赛时间为 4 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	分布式光伏系统的安装与部署	分布式光伏系统的部署实施	考核选手对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： 要求按照施工图纸、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	考核选手对分布式光伏系统和设备的检测技能： 要求按照用电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	5%

			检测及验收，并提交验收报告。	
2	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	考核选手对分布式光伏系统各组成设备的控制及运行技术： 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	考核选手对分布式光伏系统的监控系统的运行机制及运行方法的掌握： 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	考核选手对分布式光伏电站运行验收方法和验收标准的掌握，并提交测试报告。	5%
		分布式光伏系统的运维	考核选手对分布式光伏系统故障识别、故障排查及解决问题的能力。	12%
3	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配置及运行管理： 在分布式光伏仿真规划系统中，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%
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	选手到场	7:30
	检录、二次加密及入场	7:30-8:30
	赛前 30 钟准备	8:30-9:00
	比赛时间	9:00-13:00
	参赛队离场	13:00-13:30
	赛项申诉与仲裁	13:30-15:30
	裁判评分成绩复核确认录入上报	13:30-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

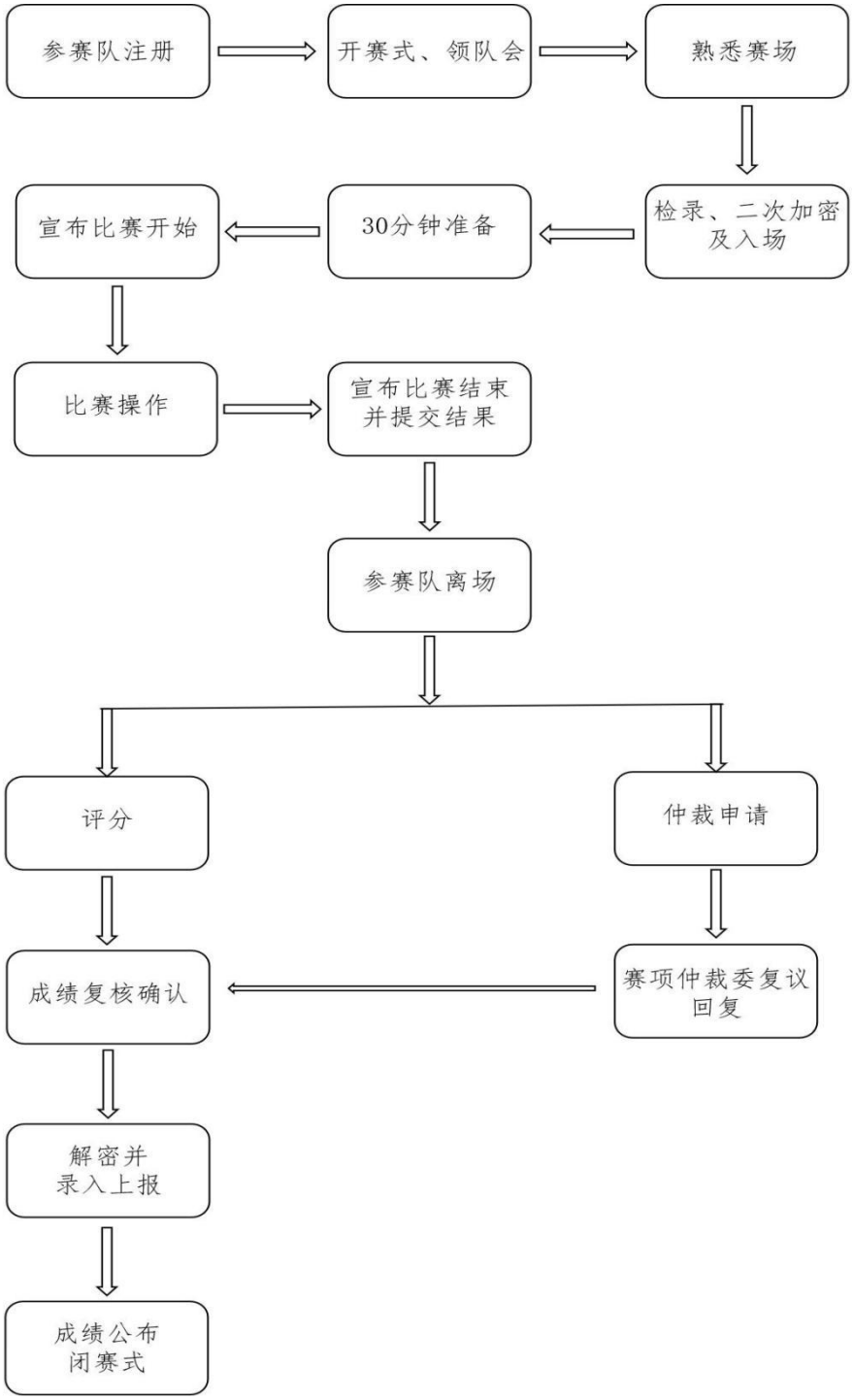

图 1 大赛流程图

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）公布五套赛题；

（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）为确保大赛改革试点工作安全平稳进行，报名以省（自治区、直辖市，计划单列市，新疆生产建设兵团）为单位组队，各地限额推荐 1 支队伍参赛。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 2020 年 11 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）及健康申明卡、安全参赛承诺书、“健康码”参加大赛及相关活动。

（四）参赛选手应严格遵守赛场纪律，服从指挥，统一着参赛服装，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，在工位意外断电发生时，由于选手没有及时存盘导致的成果损失，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，大赛结束后方可离场。

（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，可向裁判员询问。

（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，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。

（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，采光照明良好。

（二）赛场每个大赛工位使用场地不小于 4×4m，每个工位配备 AC220V50Hz 交流电源插座 8 个，供电负荷不小于 5kW，具有电源漏电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（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。

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：

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/T50052-2009 供配电系统设计规范。
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. 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）。

13. GB/T 32512-2016 光伏发电站防雷技术要求。

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

15. GB/T 29319-2012 光伏发电系统接入配电网技术规定。

16. GB/T 30152-2013 光伏发电系统接入配电网检测规程。

17. GB 50794-2012 光伏发电站施工规范。

18. GB50865-2013 光伏发电接入配电网设计规范。

19. GB/T 19939-2005 光伏系统并网技术要求。

20. Q/GDW617-2011 光伏电站接入电网技术规定。

21. GB/T 20046-2006 光伏系统电网接口特性。

22. IEC 61727 ed2.0 Photovoltaic (PV) systems - Characteristics of the utility interface（光伏（PV）系统电网接口的特性。）

23. 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。

24. GB/T34129-2017 微电网配电网测试规范。

25. NB/T 32010-2013 光伏发电站逆变器防孤岛效应检测技术规程。

26. DL/T 448-2016 电能计量装置技术管理规程。

27. DL/T5137-2001 电测量及电能计量装置设计技术规程。
28. DL/T 448 电能计量装置技术管理规程。
29. DL/T 614-2007 多功能电能表。
30. DL/T 645-2007 多功能电能表通信协议。
31. 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。
32. GB 50217-2018 电力工程电缆设计规范。
33. GB/T 50062-2008 电力装置的继电器保护和自动装置设计规范。
34. GB/T 32900-2016 光伏发电站继电保护技术规范。
35. GB/T 14598.1-2002 电气继电器 第 23 部分: 触点性能。
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 6988.1-2008 《电气技术用文件的编制》。
38. IPC-A-610E-2010 中文版电子组件的可接受性。
39. SJ/T 10533-1994 电子设备制造防静电技术要求。
40. GB/T 12326-2008 电能质量电压波动和闪变。
41. GB 50054-2011 低压配电设计规范。
42. GB/T 34932-2017 分布式光伏发电系统远程监控技术规范。
43. GB 50796-2012 光伏电站建设与运维验收规范。

十、技术平台

本次赛项使用竞赛平台为分布式光伏工程实训系统，由浙江瑞亚能源科技有限公司提供。

分布式光伏工程实训系统以契合目前新能源产业、光伏工程、信息化运维等典型岗位用人需求，基于对新能源应用系统的实现原理、性能特性的深刻研究，高度整合、集成了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，且具有学科递进式的功能。

系统组成：

“分布式光伏工程实训系统”硬件平台由分布式光伏装调实训平台、分布式光伏并网隔离系统组成；软件平台则由瑞亚分布式光伏仿真规划软件、瑞亚分布式光伏智能运维系统构成。系统整体设计源于国际新能源成熟应用系统，采用大量高精度工业级通用器件。可实现分布式光伏电站离网及并网发电模式的装调、分布式光伏电站的运维、分布式光伏电站的规划设计等教学实训。

1.分布式光伏装调实训平台

以柔性工位为分布式光伏工程实训系统的能源发电模拟平台，全面呈现并整合新能源部署环境的可自由组合型模拟平台。分布式光伏工程装调平台由供能模块、数据采集模块、集中控制模块、环境感知模块、通讯模块、负载模块及智能离网微逆变模块组成。平台可满足多种分布式光伏发电方式的展现，分布式系统的安装、调试实训。

2.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、超高开关频率技术、设计轻便、安

装简易等优势，可以达到IP65户外型保护级别。并网逆变器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。

3.瑞亚分布式光伏智能运维系统

分布式光伏智能运维系统作为光伏运维的主要软件工具，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，本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。

4.瑞亚分布式光伏仿真规划软件

作为分布式光伏工程规划部署平台，通过对光伏支架的选择、并网方式的选择、运维次数的选择、光伏组件的容量的设置、光伏阵列最佳倾角的设置等方面进行分布式光伏工程的规划，筛选出最佳方案进行工程项目实施。

设备清单

表3 设备清单

序号	系统子平台	数量	子平台简介
1	分布式光伏装调实训平台（含瑞亚智能微逆变系统软件V1.3）	1	以符合人体工学的钢结构和铝合金型材为基础材料的柔性工位为载体，以功能装置、能源转化装置、能源储存装置、负载装置、集中控制模块、数据采集模块等组件为实现环境，通过各类高精度工业级元器件部署而成的具有光伏发电控制、能源转化储

			存、电能控制调度、存储逆变等功能的智能控制平台。
2	分布式光伏并网隔离系统	1	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。
3	瑞亚分布式光伏智能运维系统 V1.0	1	本系统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实测资料。可以通过图文视图清晰展示全局情况。
4	瑞亚分布式光伏仿真规划软件 V1.0	1	可以导入各种现实或模拟地形地貌，以网格形式进行部署和展示系统，具有地形、气候、现金流等功能仿真，让新能源规划的教学变得更加便捷、真实、贴近生活化，并培养学生在全额并网或者自发自用余电上网两种情况下，如何最大化现金流的能力。
5	工具及耗材包	1	工具：钳型表、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

1. 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）

考核内容	评分指标	配分
分布式光伏系统的安装部署	关键器件的安装与线路连接。	4
	模块布局合理性、美观。	2
	冷压端子的使用。	2
	接线可靠性（包括金属材料外露（超过 2mm））。	2
	并线的使用。	1
	号码管套装与标识。	2
	线槽盖的使用。	1
	缠绕管的使用。	1
	线色的使用	1

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

考核内容	评分指标	配分
分布式光伏系统的部署完工检测	部署完工后，检测项目的测量点、测量方法、测量值正确性。	5

（3）分布式光伏系统的本地控制（结果客观评分，模块总分 16 分）

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、复位功能开发确认，按键 K1 至 K10 功能的实现效果。	16

（4）分布式光伏系统的远程监控（结果客观评分，模块总分 21 分）

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、电站运维等功能的实现符合要求； 分布式光伏系统整机运行效果。	21

（5）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）

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

（6）分布式光伏系统的运维（结果客观评分，模块总分 12 分）

考核内容	评分指标	配分
分布式光伏系统的排故与运维	故障现象描述准确性。	3
	故障原因描述准确性。	9

（7）分布式光伏工程规划（结果客观评分，模块总分 15 分）

考核内容	评分指标	配分
分布式光伏工程规划	太阳能倾角偏差。	2.25
	太阳能电站选址。	1.5
	太阳能电站偏差。	1.5
	太阳能电站容量偏差。	1.5
	每度电成本。	2.25
	成本回收期。	1.5
	建设总成本偏差。	2.25

	累计收益。	2.25

（8）职业素养与安全生产（结果主观评分，模块总分 10 分）

考核内容	评分指标	配分
职业素养与安全生产	①现场安全生产：现场操作应符合安全操作指南，禁止带电作业; ②操作岗位：工位实行 5S 管理制度，工具摆放、包装物品、导线、接头等的处理符合职业岗位要求; ③团队合作：分工合理，配合紧密，展示良好的团队合作; ④参赛纪律：遵守赛场纪律，尊重赛场工作人员，爱惜赛场的设备和器材，工位整洁。	10

2. 评判方式

裁判组中的现场裁判 5 名，负责竞赛过程中各参赛队“职业素养与安全生产”部分评判。评分裁判（19 名），其中主观评分模块，由若干裁判小组评分，每组由 5 个评分裁判组成；客观评分模块，由若干裁判小组评分，每个评分小组为 2 名裁判。在大赛规定的结束时间后，各组裁判员按照各组评分模块对应评分表中的标准和要求进行评判。

（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、监督组和仲裁组，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 5 名；评分裁判 19 名；共计 27 人。

（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）的比赛作品及比赛表现按赛项评分标准进行评定。

（4）监督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）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、内容对参赛队或选手在大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 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 B、C、D、E、F、G 组评分裁判分工完成，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

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。

大赛成绩经复核无误后，由赛项裁判长、监督组长、仲裁长审核签字后确定。

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 度，要立即隔离或置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。

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。

（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，是否停赛由赛区执委会决定。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。

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.竞赛时间为 4 小时，以现场各工位能观看到的时钟为准。赛场统一提供饮水和小食品，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

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，可向赛项仲裁组提出申诉。申诉主体为参赛队领队。参赛队领队可在比赛结束后（选手赛场比赛内容全部完成）2 小时之内向仲裁组提出书面申诉。

书面申诉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。

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。

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的建设与发展，实

现整合资源、助推产业、脱贫攻坚、可持续发展的目标，加快新能源产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，将从以下几个方面开展资源转化：

1.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，邀请来自政产学研用各方单位与组织，开展以高水平中职专业（群）建设为主题的研讨，探讨中等职业院校能源与新能源相关专业领域的品牌专业群建设路径，为普职并重、纵向贯通和横向融通并行的新时代中国特色职业教育体系建立贡献力量。

2.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多种类型的教学资源与项目课程资源，推动院校专业教学标准与课程体系改革，实现职业院校教学提质升级。依托竞赛建立全国中等职业院校共享的优质教学资源平台，将赛项题库与实训案例纳入资源库，以便更好地服务新能源领域专业建设与人才培养。

3.组织职业技能培训资源开发

面向“分布式光伏系统的装调与运维”赛项建立赛训结合、赛证融通的职业培训格局，形成对接产业前沿技术标准的职业技能培训资源，并广泛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，增强职业院校服务县域经济的能力，提升职业教育整体贡献度。

4.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，打造赛事精彩集锦来讲述职教故事。以此扩大技能大赛的影响力，在社会上传递弘扬工匠精神、崇尚一技之长的良好社会氛围，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实际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。

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）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。

（五）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，对该小组总成绩扣 5 分。

（六）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后且裁判许可后方可通电；参赛选手对检测结果负责。

四、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\竞赛参考资料”路径目录，请各参赛队根据竞赛任务合理调配使用。

（三）竞赛结束时，不得拆除硬件的连接；须断开实训设备上的所有空开。

（四）竞赛结束时，工作站严禁关机，使其处于任务要求的项目工程操作界面；务必保存设备配置，严禁对计算机和比赛设备设置密码。

（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。

第二部分 竞赛平台介绍

一、竞赛环境

（一）硬件环境

序号	设备名称	单位	数量
1	分布式光伏工程实训系统	套	1
2	工作站（计算机上明确标注）	台	2

（二）辅材及工具(工位上已经安装部品未在表中列出)

序号	名称	数量
1	实训标准工具包	1 套
2	分竞赛耗材套件	1 套
3	U 盘	1 个
4	中性笔	4 支
5	空白 A4 纸	10 张
6	任务书（纸质）	1 份
7	竞赛参考资料（电子档，具体内容在现场下发的设备确认表中确认）	1 份
8	分布式光伏智能运维系统学生登录账号及密码	1 份
9	分布式光伏仿真规划软件学生登录账号及密码	1 份

（三）配套软件及说明（已安装至工作站上）

序号	名称	数量
1	PLC 软件（GX Works 3）	1 套
2	LoraConfig1.0.1	1 套
3	分布式光伏仿真规划软件	1 套
4	Mirosoft Office 2010 （承办校提供）	1 套
5	福昕阅读器	1 套
6	组态软件	1 套
7	AutoCAD 2010 （承办校提供）	1 套

第三部分 竞赛任务

一、工程项目背景与任务概述

（一）工程项目背景

本竞赛任务以分布式光伏发电项目为原型，以“分布式光伏工程实训系统”为载体，要求按照任务书中分布式光伏系统的安装与部署、分布式光伏系统的运行与维护、分布式光伏系统的仿真规划任务描述，完成分布式光伏发电项目的实施与运维。

1. 分布式光伏工程实训系统设备组成

分布式光伏工程实训系统由硬件平台和软件平台两部分组成。硬件平台包括负载模块、数据采集模块、集中控制模块、供能模块、智能离网微逆变模块、通讯模块、环境感知模块及分布式光伏并网隔离系统组成。软件平台包括分布式光伏智能运维系统和分布式光伏仿真规划软件。

2. 竞赛设备准备

部分线路已经连接，选手在部分连接的分布式光伏工程实训系统中完成剩余线路的硬件连接及运维。

（1）分布式光伏工程实训系统主电源模块 220V 电源线路，分布式光伏工程实训系统主电源模块 24V 电源线路至空气开关相应触点；

（2）智能离网微逆变器系统信号电源开关线路；智能离网微逆变器系统功率源输入及信号电源输入至相应的接触器触点线路；智能离网微逆变器系统交流输出至相应的空气开关触点线路；

（3）并网逆变器输入端至相应的接触器触点线路；并网逆变器输出端至隔离变压器线路；并网逆变器输出端（市电）至其对应的继电器触点线路；

（4）蓄电池及可调直流稳压电源输入至相应的空气开关触点线路；

（5）PLC 输出至继电器 KA6 与继电器 KA7 互锁的继电器触点线路；PLC 输出至接触器 KM1 与接触器 KM2 互锁的接触器触点线路。

（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 1.1 所述。

表 1.1 任务概述及作品呈现要求

序号	任务概述		作品呈现要求
1	分布式光伏系统的安装与部署	在分布式光伏工程实训系统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。	阶段性验收报告。
2	分布式光伏系统的运行与维护	基于可编程控制器的控制程序编写、本地控制功能的调试及运行。	满足本地控制功能的结果呈现。
		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。
		对光伏电站进行故障排查、修复及修复后的检测。	故障分析报告。
3	分布式光伏系统的仿真规划	仿真分布式光伏系统的电站建立及智能运维。	仿真规划软件中保存建立的方案信息。

二、分布式光伏系统的安装与部署（21 分）

（一）分布式光伏系统的设备安装接线及检测（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设备的安装部署工作。

1. 分布式光伏系统的设备安装

分布式光伏工程实训平台已安装部分设备，根据任务要求完成数据采集模块、通讯模块及环境感知模块等设备的安装。

（1）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柔性工位的环境参数，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

分布式光伏工程实训系统部分接线已完成（***严禁选手拆装，否则视为作弊***），结合功能要求及线路要求完成主电源模块、数据采集模块、通讯模块、环境感知模块、负载模块、集中控制模块（***包含 PLC 模块，开关按钮盘，继电器及接触器，以下简称为集中控制模块***）及光伏单轴供电单元的接线，要求如下：

（1）分布式光伏系统的线路整体要求双线控制（***如：同时控制火线与零线或同时控制正极与负极***）；

（2）完成光伏单轴供电单元中光伏方阵到端子排线路的连接，**光伏组件输入线路除外**（***光伏方阵由四块光伏组件采用两串两并的方式连接，本任务要求光伏组件 1、4 串联，2、3 串联后再并联***）；

（3）完成蓄电池经由集中控制模块至光伏控制器上蓄电池输入端口线路的连接；完成光伏组件或可调直流稳压电源经由集中控制模块到光伏控制器上光伏组件输入端口及并网逆变器输入端口线路的连接；

（4）光伏组件可为光伏控制器及并网逆变器提供输入，可调直流稳压电源仅给并网逆变器提供输入（***为光伏控制器提供输入时，光伏组件最大输出电压不得超过 50V；为并网逆变器提供输入时，光伏组件或可调直流稳压电源最大输出功率不得超过 700W***）；

（5）智能仪表线路的连接：

①直流电压电流组合表 1 采集并显示光伏控制器输出参数；

②直流电压电流组合表 2 采集并显示光伏控制器输入或并网逆变器输入的参数；

③交流电压电流组合表 1 采集并显示柔性工位工作时的参数；

④交流电压电流组合表 2 采集并显示交流灯 1 工作时的参数。

（6）完成直流负载红灯、绿灯、黄灯及蜂鸣器状态控制线路的连接；完成三个交流负载控制线路的连接***（上方为交流灯 1，下方为交流灯 2）；***

（7）完成温湿度传感器、LoRa 模块 1、光照度传感器通讯线路的连接，完成交流电压电流组合表 1、交流电压电流组合表 2、直流电压电流组合表 1、直流电压电流组合表 2、单相电能表及双向电能表通讯线路的连接；

（8）完成集中控制模块中 PLC 至开关按钮盘线路的连接、集中控制模块中 PLC 至继电器及接触器线路的连接；完成集中控制模块中 PLC 的 24V 电源线路连接；

（9）完成温湿度传感器及光照度传感器电源线路的连接；完成 4 块电压电流组合表电源线路的连接；

（10）要求接线符合表 2.1 “PLC 与开关按钮盘接线要求”、表 2.2 “继电器及接触器功能对应表”及表 2.3“空气开关功能对应表”的要求；

表 2.1 PLC 与开关按钮盘的接线要求

开关按钮盘按钮	PLC 输入端口号	连接方式
急停、复位旋转、K1~K10	X0~X7，X10~X13	由选手根据布局和功能要求自行确定连接对应关系

表 2.2 继电器及接触器功能对应表

序号	继电器及接触器编号	对应的控制功能
1	继电器 KA1	交流灯 1 通断
2	继电器 KA2	市电接入通断
3	继电器 KA3	交流灯 2 通断
4	继电器 KA4	直流负载红灯通断
5	继电器 KA5	智能离网微逆变系统信号电源通断
6	继电器 KA6	并网逆变器（市电）给交流负载供电通断
7	继电器 KA7	智能离网微逆变系统输出通断
8	继电器 KA8	直流负载绿灯通断
9	继电器 KA9	直流负载黄灯通断
10	继电器 KA10	直流负载蜂鸣器通断
11	继电器 KA11	交流风扇通断
12	接触器 KM1	直流输入切换开关通断
13	接触器 KM2	光伏控制器输入通断
14	接触器 KM3	蓄电池输出通断
15	接触器 KM4	并网逆变器输入通断
16	接触器 KM5	智能离网微逆变系统功率源输入通断

（备注：继电器从左至右编号依次为 KA1~KA11 ，接触器从左至右编号依次为 KM1~KM5）

表 2.3 空气开关的定义

序号	空气开关编号	对应的控制功能
1	QF4	实验台体开关
2	QF5	PLC 220V 电源开关
3	QF6	PLC 24V 电源开关
4	QF7	电压电流组合表电源开关
5	QF8	可调直流稳压电源输出开关
6	QF9	蓄电池输出开关
7	QF10	智能离网微逆变系统输出开关
8	QF11	市电开关

（备注：下排空气开关从左至右编号依次为 QF4~QF11）

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 2.1 所示：

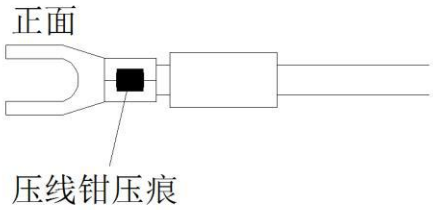

图 2.1 U 型冷压端子压线钳压痕示意图（以现场提供的 U 型冷压端子为准）

（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 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 2.3 所示：

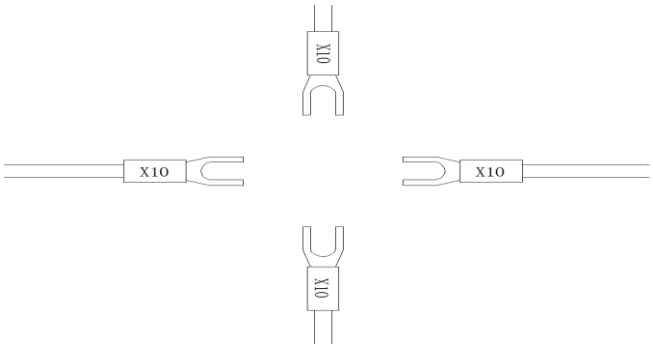

图 2.2 号码管标识示意图（以现场提供的号码管标识为准）

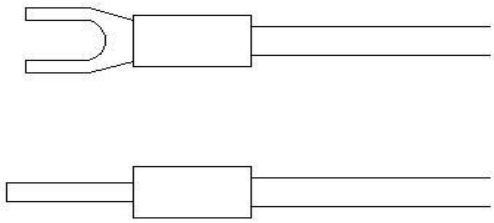

图 2.3 号码管套用示意图（以现场提供的号码管为准）

（7）接线须使用正确颜色的电缆：火线及直流正极使用红色电缆、零线及直流负极使用黑色电缆；其他类型导线颜色由选手自定义；

（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。

（二）分布式光伏系统的检测（5 分）

分布式光伏系统安装部署完成后，按照项目合同要求，须填写并完成以下阶段性验收文件：

（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，给分布式光伏系统上电（不能运行功能），根据指定的测试项目，使用钳形表对分布式光伏系统进行上电后检测，把检测方法、测量点及测量值填入竞赛现场下发的《工程阶段性验收表》；

要求在指定的范围内进行检测，超出指定范围的测量点视为错误；测量点的描述必须包含测量点所在的器件名称及器件端口号（不以号码管标识为准）。

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、系统调试与检测、运维系统调试、电站故障排查。

（一）分布式光伏系统的本地控制（16 分）

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 3.2 所示。

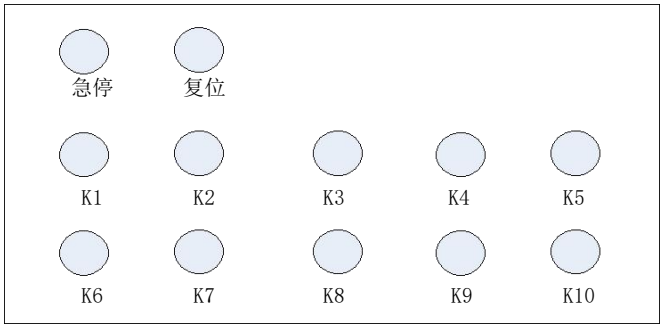

图 3.2 手动按钮布局示意图

手动按钮及 PLC 编程要求如表 3.2 所示：

表 3.2 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，立即关闭 PLC 所有输出。
复位按钮	复位按钮未点亮时，可执行功能 1 的要求； 复位按钮点亮时，可执行功能 2 的要求； 复位按钮在两种状态切换时，保持系统处于复位按钮状态切换前的状态。
功能 1	
K1	第一次按钮自锁，模拟光源 1 打开、光源摆杆自西向东运行，走 2 秒停 1 秒，光源摆杆接触到摆杆东限位后，模拟光源全部打开，光源摆

	杆等待光伏组件逐日追踪完成。光伏组件逐日追踪结束后转为自东向西运行，走 1 秒停 1 秒；当光源摆杆接触到摆杆西限位后，光源摆杆再转为自西向东运行，走 2 秒停 1 秒（光源摆杆东西运行无限循环）；在光源摆杆运行过程中，光伏组件逐日追踪； 第二次按钮自锁，光源摆杆停止运行，光伏组件继续逐日追踪；模拟光源保持不变； 第三次按钮自锁，重新执行第一次按钮自锁的功能； 第四次按钮自锁，光源摆杆停止运行、光伏组件停止逐日追踪；模拟光源 3 秒后全部关闭。 （后续按钮自锁，按照上述顺序实现相关功能。）
K2	第一次按下按钮，一键实现并网逆变器输入开关、直流输入切换开关、市电接入开关按顺序打开，每个开关开启间隔 2 秒； 第二次按下按钮，一键关闭按钮 K2 所有功能。 （后续按钮自锁，按照上述顺序实现相关功能。）
K3	第一次按钮自锁，一键实现 2 秒后交流灯 2 亮（离网供电）； 第二次按钮自锁，一键实现交流灯 2 灭，交流灯 1 亮（并网供电）； 第三次按钮自锁，一键实现 3 秒后关闭按钮 K3 上述所有功能。 （后续按钮自锁，按照上述顺序实现相关功能。）
K4	第一次按下按钮，打开蓄电池输出开关，2 秒后打开直流负载绿灯开关； 第二次按下按钮，一键关闭按钮 K4 上述所有功能。 （后续按钮自锁，按照上述顺序实现相关功能。）
功能 2	
K1	第一次按钮自锁，直流负载红灯、绿灯、黄灯的控制开关按顺序以 1Hz 的频率循环切换; 第二次按钮自锁，关闭直流负载的所有控制开关； 第三次按钮自锁，直流负载黄灯、绿灯、红灯的控制开关按顺序以 0.5Hz 的频率循环切换； （后续按钮自锁，按照上述顺序实现相关功能。）
K2	第一次按钮自锁，打开交流风扇开关及交流灯 2 开关； 第二次按钮自锁，关闭交流风扇开关及交流灯 2 开关。 （后续按钮自锁，按照上述顺序实现相关功能。）
K3	第一次按钮自锁，打开交流风扇开关； 第二次按钮自锁，关闭交流风扇开关。 （后续按钮自锁，按照上述顺序实现相关功能。）
K4	第一次按钮自锁，2 秒后打开蓄电池输出开关； 第二次按钮自锁，关闭蓄电池输出开关。 （后续按钮自锁，按照上述顺序实现相关功能。）
K5	第一次按下按钮，打开并网逆变器（市电）给交流负载供电开关； 第二次按下按钮，关闭并网逆变器（市电）给交流负载供电开关，打开智能离网微逆变系统输出开关。 第三次按下按钮，关闭智能离网微逆变系统输出开关。 （后续按下按钮，按照上述顺序实现相关功能。）
K6	第一次按钮自锁，打开市电接入开关；

	解除第一次按钮自锁，关闭市电接入开关。 （后续按钮自锁，按照上述顺序实现相关功能。）
K7	第一次按钮自锁，并网逆变器输入进入准备开启状态； 解除第一次按钮自锁，3 秒后，打开并网逆变器输入开关； 第二次按钮自锁，关闭并网逆变器输入开关。 （后续按钮自锁，按照上述顺序实现相关功能。）
K8	第一次按钮自锁，打开智能离网微逆变系统信号电源开关，接入智能离网微逆变系统信号电源及功率源； 第二次按钮自锁，切断智能离网微逆变系统信号电源及功率源，关闭智能离网微逆变系统信号电源开关。 （后续按钮自锁，按照上述顺序实现相关功能。）
K9	第一次按下按钮，2 秒后打开直流输入切换开关； 第二次按下按钮，关闭直流输入切换开关。 （后续按下按钮，按照上述顺序实现相关功能。）
K10	第一次按钮自锁，光伏控制器输入进入准备开启状态； 解除第一次按钮自锁，打开光伏控制器输入开关； 第二次按钮自锁，关闭光伏控制器输入开关； 第二次解除按钮自锁，关闭按钮 K10 上述所有功能。 （后续按钮自锁，按照上述顺序实现相关功能。）

注：上表中“打开**开关”仅要求接通相应的继电器；“一键**”则要求使得被控对象能够处于工作状态。

（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，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.分布式光伏电站的通讯配置

根据现场下发的《LoRa 参数配置表》（存放于电脑“桌面\竞赛参考资料”文件夹。），完成 LoRa 通讯模块的配置。

2.分布式光伏电站的系统组态

根据“桌面\竞赛参考资料”文件夹里**已提供的分布式光伏电站组态内容**，完成剩余的分布式光伏电站组态，实现以下功能：

（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”，操作级用户的账号为 abc，密码为 123，系统管理员级用户的账号为 admin，密码为 123456。操作工级账号登陆时，账号及密码输入正确，点击登录按钮延时 5 秒后进入操作界面及顶部窗口，账号或密码错误时，点击登录按钮后直接退出组态软件；系统管理员级账号登录时，账号及密码输入正确，点击登录按钮后立即进入监控界面及顶部窗口，账号或密码错误时，点击登录按钮后延时 3 秒再退出组态软件。

（2）监控界面：

①实时显示通过 LoRa 通讯模块接收的温度、湿度及光照度数据；实时显示智能离网微逆变系统的电压及频率数据；实时显示单相表电压、电流及总有功电能数据；实时显示直流电压电流组合表的 1 和直流电压电流组合表 2 的电压及电流数据；（要求包含所显示数据的名称并标注相关单位）

②制作 2 个指示灯，分别监控光伏单轴供电单元中的光伏组件和光源摆杆的运行状态。指示灯采用的图标如图 3.3 所示，光伏组件或光源摆杆运动时指示灯为绿色，光伏组件或光源摆杆停止运动时，指示灯为红色；

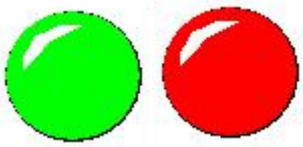

图 3.3 指示灯图标

③离网运行状态监控按钮：分布式光伏电站正常离网发电时，该按钮自锁，系统开始监测智能离网微逆变系统的输出电压数据，当智能离网微逆变系统的输出电压小于 180V 时，弹出弹框显示“当前系统交流输出不正常”，在 10 秒内改变智能离网微逆变系统的输出电压，使其变为 200V 以上则智能离网微逆变系统继续输出，超时后直接关闭分布式光伏电站的离网发电；按钮解锁，监控功能失效。

（3）操作界面：

①使用“按钮”控件制作急停按钮，其功能如下：

急停按钮与开关按钮盘上的急停按钮功能一致。

②使用“按钮”控件制作按钮 1，其功能如下：

按钮自锁，立即打开光伏单轴供电单元中的模拟光源 1 并在 3 秒后打开模拟

光源 2；

按钮解锁，立即关闭模拟光源 2 并延时 2 秒关闭模拟光源 1。

（后续按钮操作，按照上述顺序实现相关功能）

③使用“按钮”控件制作按钮 2，其功能如下：

第一次按下按钮，实现快速自检。检测过程：将光源摆杆向东、光伏组件向东、光源摆杆向西、光伏组件向西、模拟光源 1 及模拟光源 2 按顺序循环进行启停运动，启停的时间间隔为 2 秒。

在此过程中，第二次按下按钮或按下急停按钮，停止自检工作。

（后续按下按钮，按照上述顺序实现相关功能）

④使用“按钮”控件制作按钮 3，其功能如下：

第一次按钮自锁，光伏组件立即向东运动；

第二次按钮自锁，光伏组件 2 秒后停止向东运动；

第三次按钮自锁，光伏组件 2 秒后向西运动；

第四次按钮自锁，光伏组件立即停止向西运动。

（后续按钮自锁，按照上述顺序实现相关功能）

⑤使用“按钮”控件制作按钮 4，其功能如下：

第一次按下按钮，光源摆杆延时 3 秒后向东运动；

第二次按下按钮，光源摆杆延时 2 秒后停止向东运动；

第三次按下按钮，光源摆杆延时 2 秒向西运动；

第四次按下按钮，光源摆杆延时 3 秒停止向西运动。

（后续按下按钮，按照上述顺序实现相关功能）

⑥使用“按钮”控件制作按钮 5，其功能如下：

按钮自锁，执行自动程序：光源摆杆自动向西运动至西限位停止，然后打开模拟光源 1，2 秒后打开模拟光源 2，同时光伏组件开始逐日跟踪，跟踪结束后，立即关闭模拟光源 2，3 秒后关闭模拟光源 1。

在自动程序执行过程中按钮解锁则关闭所有模拟灯源、停止光源摆杆与光伏组件运动。（后续按钮操作，按照上述顺序实现相关功能）

“按钮”控件选择：急停按钮采用图 3.4 控件，急停按钮未按下时，控件颜色为白色，急停按钮按下后，控件颜色为红色；监控按钮、按钮 1 至按钮 5 为自

锁按钮，采用图 3.5 的控件，按钮自锁时控件颜色为蓝色，按钮解锁后控件颜色为白色。

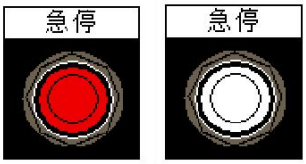

图 3.4 急停按钮

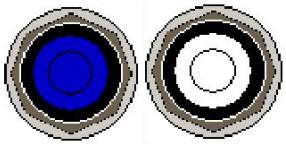

图 3.5 按钮控件

（4）数据报表界面：

①使用“专家报表组件”制作报表，能够实现对柔性工位与并网逆变器输入的电流进行报表显示并标注相关单位；同时能实现“报表查询”、“报表预览”、“报表打印”及“报表导出”功能；

②数据报表标题为：“电流数据报表”，要求字体颜色为蓝色、字号大小为 36，布局美观。

③要求数据报表填充时间中时间长度为 100 秒，时间间隔为 3 秒。

（5）曲线界面：

①使用“趋势曲线”组件实时显示柔性工位与并网逆变器输入的电压曲线；

②时间范围 10 分钟，采样周期 1 秒，并标注曲线名称与相关单位。

③柔性工位的电压曲线 Y 轴高限为 250，并网逆变器输入的电压曲线 Y 轴高限为 100，坐标轴显示采用多 Y 轴显示。

（6）界面切换：

使用已放置的控件图标，实现监控界面→操作界面→曲线界面→报表界面按顺序循环切换。按下左箭头（图 3.6 左起第一个图标），返回到上一个界面；按下右箭头（图 3.6 左起第二个图标），切换到下一个界面。

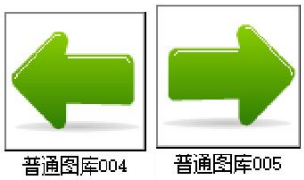

图 3.6 界面切换控件

（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运行测试及验收，并把测试验收结果填写至竞赛现场下发的《分布式光伏系统运行测试报告》。

（四）分布式光伏系统的排故与运维（12 分）

本阶段选手作为光伏运维人员，通过对光伏发电系统的运行状态进行监测，对电站出现的故障进行故障分析及排查，提交故障分析结果。

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、故障原因填写到现场提供的《分布式光伏系统的排故表》中。

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。

四、分布式光伏工程仿真规划（15 分）

某学校拟在校园建筑物楼顶上安装分布式光伏系统以获得稳定的长期收益。能源建设区域的地图如图 4.1 所示。

本阶段选手作为此工程项目的系统工程师，须根据项目“模型参数设置说明”要求，在分布式光伏系统仿真规划软件“地图 3”“试题”模型上建立方案，建立的方案以工位号命名，例如（Z01 工位的方案名称，则为“Z01”。），并在“方案设计”中，对“光伏容量”“组件倾角”“支架选择”“方式选择”“运维次数”进行设置及光伏组件的数量的选择，完成分布式光伏发电项目的规划，使该方案的“现金流”及“成本回收期”等参数最优。

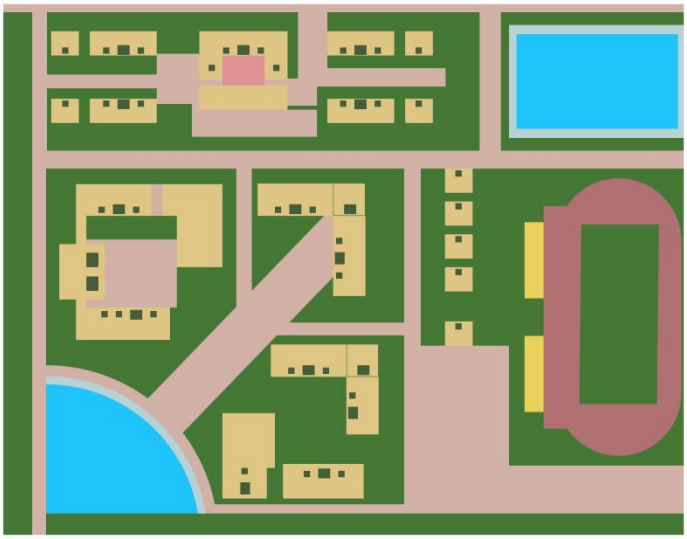

图 4.1 某学校能源地图

（一）模型参数设置说明

1.在该校园中，单位方格面积 400m^2，平均每天耗能可在分布式光伏仿真规划软件“方案设计”->“设计详情”->“用能统计”中查询，用电时间 16h。发电方式与运维电站“SC+日期（XXXXXXXX）+工位号”一致，配电容量比限制为 0.32；

2.最佳倾斜角安装方式的支架成本占总成本的 7%，光伏电站项目周期 20 年，成本周期 20 年；电站建设后第一年输出功率下降 3%，在后续的项目周期内，每年下降 1%；

3.如果对光伏组件进行运维，单次运维费用为 0.03 元/次·W，第一年单次运维效率提升 33%，2-25 年运维效率提升 33%；

4.如果光伏系统采用最佳倾斜角安装方式，每方格内光伏组件面积占比 31%，光伏组件转换效率为 19%，发电整机效率 80%。如果采用标准平单轴，带倾角平单轴、斜单轴跟踪及双轴跟踪其相对最佳倾斜角安装方式的支架成本、发电量系数及面积影响系数如表 4.1 所示：

表 4.1 支架成本、发电量系数、面积影响系数

类型		支架成本（元/W）	发电量系数	面积影响系数
最佳倾角固定		0.5	1	1
平单轴	标准平单轴	1.4	1.15	1
	带倾角平单轴	1.8	1.2	0.85
斜单轴跟踪		2	1.24	0.75
双轴跟踪		3.5	1.3	0.7

5. 光伏电站安装于建筑平面楼顶上，能源用地类型可在分布式光伏仿真规划软件“方案设计”->“设计详情”->“产能说明”中查询。

（二）项目任务要求

1. 光伏容量分析

根据规划平台中每格面积、组件转换效率、每方格内光伏组件面积占比，分析支架安装方式为“最佳倾角固定”的光伏组件，其单位每格面积的光伏发电安装容量，并在分布式仿真规划软件的“方案设计”中，设置“光伏容量”的正确值，设置图标如图 4.2 所示：

图 4.2 光伏容量设置

2. 最佳组件倾角分析

假设光伏组件采用最佳倾斜角安装方式，根据方案设计中的“设计详情”，查询当地气象参数，在分布式光伏仿真规划软件的“方案设计”中，设置“组件倾角”

的正确值，使光伏发电系统年发电量最大。设置图标如图 4.3 所示：

图 4.3 最佳倾角设置

3.“支架选择”、“方式选择”、 “运维次数”

根据相关成本参数，分析最佳的支架类型、并网方式选择及运维次数选择，并在分布式光伏仿真规划软件中设定“支架选择”、“方式选择”、 “年运维次数”，设置图标如图 4.4、图 4.5、图 4.6。

图 4.4 支架选择

图 4.5 方式选择

图 4.6 年运维次数

4.光伏组件数量、现金流及成本回收期分析

根据以上相关参数，分析光伏组件最佳数量，并在适合的位置建立电站，使此分布式光伏电站获得的现金流及成本回收周期最佳。

五、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. 现场安全操作：应符合安全操作规程，禁止带电作业；
2. 操作岗位：工位实行 7S 管理制度；
3. 团队合作精神：分工合理，配合紧密，展示良好的团队合作；
4. 参赛纪律：遵守赛场纪律，尊重赛场工作人员，爱惜设备和器材。